Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder von Kindern beim Fußgänger-/PKW-Unfall

Josef Zormaier

1980

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. Wolfgang SPANN

Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder von Kindern beim Fußgänger-/PKW-Unfall

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Josef ZORMAIER
aus
München

Jahr
1980

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. SPANN

Dekan: Prof. Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 5.8.1980

UNIV. LEIDEN BIBL.

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Rechtsmedizin, München, durchgeführt.

Herrn Prof. Dr. W. SPANN danke ich für die Überlassung des Themas.
Besonders herzlich möchte ich mich bei Herrn Dr. G. BEIER für die vielen wertvollen Ratschläge, Anregungen und Gespräche bedanken.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. R. HENN, Institut für gerichtliche Medizin, Innsbruck, sowie Herrn Prof. Dr. H. SINGER, Kinderklinik der Technischen Universität München-Schwabing und deren Mitarbeitern für die freundliche Mithilfe bei der Sichtung des Obduktions- bzw. Krankenguts.

Ferner gilt mein Dank den Münchner Justizbehörden, insbesondere Herrn Oberstaatsanwalt BAER und seinen Mitarbeitern für die bereitwillige Unterstützung und Erlaubnis zur Auswertung der Unfallakten.

Gliederung

I. Einleitung

II. Theoretische Betrachtungen

III. Literatur

IV. Untersuchungsmaterial und Methodik

V. Fallvorstellung und Diskussion

A) Fallgruppe I

B) Fallgruppe II

C) Fallgruppe III

D) Fallgruppe IV

E) Fallgruppe V

VI. Diskussion und Vergleich der Fallgruppen

VII. Allgemeine Untersuchungserkenntnisse

VIII. Stoßstangenverletzungen

IX. Kühlerhaubenfrontverletzungen

X. Schlußbemerkung

XI. Literaturhinweis

XII. Lebenslauf

Gliederung

I. Einleitung

Die Autoindustrie ist ständig bemüht, die Kraftfahrzeuge für die Insassen noch sicherer zu machen. Hierzu wird oft gezwungenermaßen das Äußere der Fahrzeuge so verändert, daß bei einer Kollision die Fahrgastzelle wie ein stabiler Käfig unversehrt bleibt. Trotz all dieser Sicherheitsvorkehrungen darf aber die Gefahr nicht übersehen werden, daß die erstrebte Sicherheit für die Insassen möglicherweise auf Kosten größerer Gefährdung von Fußgängern sowie Rad- und Motorradfahrern erkauft wird. Diese stehen sämtlich dem Fahrzeug bei einer Kollision schutzlos gegenüber. Deshalb sollte die Kraftfahrzeugindustrie bei der Neugestaltung von Fahrzeugen ein noch größeres Augenmerk darauf richten, daß bei optimaler Insassensicherung auch eine äußere Form geboten wird, die eine größtmögliche Schonung des Fußgängers bei einer Kollision gewährt.
In dieser Arbeit über "Verletzungsmuster und Beschädigungsbilder von Kindern beim Fußgänger-/Pkw-Unfall" sollte speziell auf verunglückte Kinder als Fußgänger in einem Alter von 2 - 14 Jahren eingegangen werden. Gerade Kinder sind es, die bei der heutigen Verkehrssituation als besonders gefährdet anzusehen sind. Sie machen einerseits einen Hauptanteil unter den Fußgängern aus, zum anderen kann man von den Kindern nicht immer

ein verkehrsgerechtes Verhalten erwarten. Traurig und nicht zu verschönern ist die Tatsache, daß gerade die Bundesrepublik Deutschland die höchsten Kinderunfallzahlen aufweisen soll. So sind laut Unfallverhütungsbericht 1976 im Jahre 1974 von 10 700 tödlich verunglückten Kindern allein 1 500 im Straßenverkehr zu Tode gekommen. Drastischer ausgedrückt: alle 5 Stunden stirbt ein Kind auf der Straße, ganz zu schweigen von den vielen, kaum überschaubaren Verletzten.

Der Vorteil einer Untersuchung an wirklich stattgefundenen Unfällen im Vergleich zu simultierten Dummy-Kollisionen liegt auf der Hand. Ein künstlicher Körper verhält sich letzten Endes nicht wie ein Mensch, bei dem das Verhältnis von Größe zu Gewicht variiert, die Korrelation zwischen Alter und Gewicht bzw. Alter und Größe kann nicht als konstant angesehen werden. Ebenso wechselt die Bruchfestigkeit der Knochen von Fall zu Fall. Des weiteren muß auch noch die Reaktion eines Menschen in einer Gefahrensituation berücksichtigt werden. Dies gilt sowohl für den Fahrer eines Fahrzeuges, wie auch z.B. für den gefährdeten Fußgänger. Letztlich darf auch davon ausgegangen werden, daß die Kollisionsgeschwindigkeiten von Unfall zu Unfall variieren und nie, das sei hier vorweggenommen, mit einer solchen Genauigkeit bestimmt werden kann, wie dies auf dem Prüfstand mit Dummies der Fall ist.

Diese Argumente sollen nicht den Anschein erwecken, als seien Dummyversuche überflüssig und ohne Nutzen, sondern sie sollen die Notwendigkeit verdeutlichen, daß auch mit bereits passierten Unfällen gearbeitet werden muß und aus diesen Unfällen und deren Resultaten Konsequenzen gezogen werden müssen, wie es bei Dummyversuchen bereits der Fall ist.
So soll das Ziel dieser Arbeit darin liegen, bereits bekannte Unfallerkenntnisse theoretischer Art durch tatsächliche Unfälle zu bestätigen und zu ergänzen. Zum anderen birgt die Kenntnis von Verletzungskombinationen und Verletzungsmöglichkeiten bei Kinder-/Pkw-Unfällen eine wertvolle Hilfe für den Arzt bei der Versorgung von Verunglückten. Diese Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie soll lediglich die erfaßten Unfälle aufzeigen, ohne repräsentativ für alle Kinder-/Pkw-Unfälle zu gelten.

II. Literatur

Zum Thema Verkehrsunfälle von Kindern gibt es eine Fülle von Schrifttum und Untersuchungen, doch sind kasuistische Untersuchungen von Kinder-/Fußgängerunfällen in der hier vorgelegten Art noch nicht bekannt. Von BEIER und PFRIEM wurden Untersuchungen gleicher Art hinsichtlich "Anstoßgeometrie und Verletzungsbild bei tödlichen Fußgänger-/Pkw-Unfällen" erstellt, die sich aber nur auf Erwachsene beziehen. Hieraus konnten zwar theoretische Überlegungen übernommen werden, doch bedurfte die Falluntersuchung der Kinderunfälle einiger Ergänzungen bzw. Abänderungen, die auf den unterschiedlichen Größenverhältnissen und dadurch veränderten Unfallmechanik beruhen.
Speziell mit Kinderunfällen hat sich die Gruppe STÜRZ et al., Berlin/Hannover befaßt. Diese Arbeit beinhaltet im wesentlichen den Einfluß von Fahrzeugstrukturen auf die Verletzungsschwere von Kindern als Fußgänger. Die Untersuchungen begannen direkt am Unfallort, was den Vorteil beinhaltet, daß die für die Auswertung notwendigen Daten exakt erfaßt werden konnten. So konnte hier z.B. eine genaue Angabe der Kollisionsgeschwindigkeit erfolgen, was wiederum eine definitive Beziehung Verletzungsschwere/Kollisionsgeschwindigkeit erbrachte. Die Untersuchung geht zwar ebenfalls auf den

Unfallmechanismus ein, doch erfolgt die Auswertung als Ganzes, ohne die Fälle einzeln, wie es in vorliegender Arbeit geschieht, vorzustellen.
Nicht unerwähnt bleiben sollen die verschiedenen Beiträge zu den IRCOBI-Konferenzen, aus denen neben statistischen Erhebungen äußerst wertvolle Beiträge, die sich mit Kinderunfällen beschäftigen, entnommen werden können.

III. Theoretische Betrachtungen

Bei einem Kollisionsvorgang zwischen Fußgänger und Kraftfahrzeug werden nach ELSHOLZ im wesentlichen folgende Parameter wirksam:

1. Kollisionsgeschwindigkeit
2. Form der Fahrzeugfront
3. Steifheit der Fahrzeugstrukturen
4. Fahrzeuggewicht
5. Alter, Größe und Gewicht des Fußgängers
6. Anstoßposition des Fußgängers.

Diese Einflußgrößen wirken sich allerdings verschieden aus. Aufgrund theoretischer Untersuchungen am Zweistabmodell (BEIER) wurde bekannt, daß neben der Kollisionsgeschwindigkeit vor allem der Anstoßgeometrie (d.i. der durch die Gestalt der Fahrzeugfront bzw. die Größe des Fußgängers gegebene Abstand des ersten Anstoßes vom Körperschwerpunkt) große Bedeutung für die Unfallmechanik und damit die Art, Verteilung und dem Schweregrad der beim Fußgänger entstehenden Verletzungen zukommt. Aufgrund dieses Zweistabmodells hat BEIER 4 Fallgruppen bei Erwachsenenunfällen unterschieden und gemeinsam mit PFRIEM gezeigt, daß die tatsächlichen Verletzungsbilder, die aufgrund der theoretischen Betrachtungen zu erwartenden Verletzungen innerhalb der

Fallgruppen bestätigen und innerhalb der Gruppen große Übereinstimmungen zu finden waren. Diese Fallgruppen sind aber auf Kinder nur teilweise übertragbar, da verschiedene Größenverhältnisse vorliegen. Bei den Kinderunfällen kann als Auswahlkriterium in Übereinstimmungen mit den Erwachsenenunfällen die Höhe des Primäranstoßes gelten, woraus sich dann folgende Fallgruppen ergeben:

Fallgruppe I (s. Abb. 1a) ist charakterisiert durch einen breitflächigen Anstoß, wie z.B. VW-Kleinbus, Straßenbahn u.ä. Bei einer Kollision wird der ganze Körper vom Fahrzeug erfaßt, es sind somit Verletzungen am ganzen Körper zu erwarten, die von diesem Primäranstoß herrühren. Das Kind wird mit großer Wahrscheinlichkeit vom Fahrzeug weggeschleudert, die vom Straßenaufprall herrührenden Verletzungen können je nach Lokalisation nicht unbedingt von denen des Primäranstosses unterschieden werden.

Komplizierter sind die Verhältnisse bei Kollisionen zwischen Personenkraftwagen und Kindern. Hier bietet sich als Primäranstoß praktisch keine gerade Fläche, sondern es hängt hier von den einzelnen Fahrzeugtypen ab, wo der erste Anstoß erfolgt. Wenn man das Becken als Rotationspunkt zwischen Oberkörper und Beine annimmt, ist entscheidend, ob der erste

Kontakt oberhalb dieses Punktes erfolgt, in diesem selbst oder unterhalb. Hieraus ergeben sich nun 2 weitere Fallgruppen:

Fallgruppe II (s. Abb. 1b) ist gekennzeichnet durch den Anstoß im Bereich des Beckens des Kindes, welches etwa auch dem Schwerpunkt gleichzusetzen ist. Voraussetzung hierfür ist, wie bereits die Untersuchungen von BEIER bei Erwachsenen zeigten, eine Körpergröße unter 1,60 m. Diese Körpergröße dürfte in der Regel von Kindern Ende des 13., Anfang des 14. Jahres erreicht werden, weswegen diese Gruppe im Vergleich zum Gesamtkollektiv verständlicherweise eine relativ geringe Anzahl vorweist. Infolge der Rotation des Oberkörpers um die Haubenkante wird die Hals- und Brustwirbelsäule besonders auf Zug/Scherkräfte beansprucht. Schlägt der Kopf dann auf die Fronthaube auf, erreicht dieser hierbei eineinhalbfache Fahrzeuggeschwindigkeit. In toto gesehen sind Verletzungen am Unterschenkel, Becken, Wirbelsäule und Schädel zu erwarten.

Anstelle der Erwachsenengruppe mit Anstoß 20 - 30 cm unterhalb des Schwerpunktes, tritt hier nun eine Gruppe/Fallgruppe III (s. Abb. 1c), die es bei den Erwachsenen aufgrund der Größe nicht gibt, nämlich die Fälle, bei denen der Anstoß oberhalb des Schwerpunktes erfolgt. Die Bereiche, die von der Motor-

haubenkante erfaßt werden, reichen, je nach Körpergröße und Fahrzeugtyp, von oberhalb des Beckens bis in Schulterhöhe, wobei gleichzeitig der Stoßstangenkontakt zwischen Knie- und Beckenregion liegt. Infolge dieser Lokalisation dieses Primärkontaktes wird das Becken als Rotationsachse ausgeschaltet. Hieraus resultiert die Möglichkeit, daß der erfaßte Kinderkörper in erster Linie mehr weggeschleudert als aufgeladen wird. Je nach Körpergröße dürfte dies in horizontaler Richtung erfolgen, wenn das Becken etwa in der Mitte zwischen Motorhaubenkante und Stoßstange liegt, oder mehr in Form eines Umstossens, wenn die Stoßstange mehr an den Beckenbereich heranrückt. Aufgrund der somit relativ starren Linie - Wirbelsäule, Becken, Beine - ist der Kopf als einziger noch frei beweglicher Körperteil übrig, woraus eine besondere Belastung der HWS durch die Negativbeschleunigung resultieren dürfte. Der Kopf kann selbst durch den Aufprall auf der Motorhaube schwer in Mitleidenschaft gezogen werden. In toto gesehen sind somit Verletzungen an Oberschenkel, Abdomen, Thorax, HWS und Kopf zu erwarten.

Bei dem sehr tiefen Anstoß mit abgeschrägter Kühlerhaubenfront, z.B. VW-Käfer, der Fallgruppe IV (s. Abb. 1d) liegen völlig andere Verhältnisse vor. Primärer Anstoß ist die Stoßstange, eventuell noch die Schein-

werfergegend, wenn der Kontakt mit dem Fahrzeug mehr seitlich erfolgt. Beim Sekundärkontakt bleiben Kopf und Oberkörper nahezu unbeschleunigt. Dieser vollzieht sich dann bei älteren Kindern in mehr oder minder sitzender Position. Je nachdem ob der Anstoß mehr mittig oder seitlich erfolgt, wird der Oberkörper dann von der oberen oder seitlichen Rahmenkante der Frontscheibe auf Fahrzeuggeschwindigkeit beschleunigt. Eine starke Traumatisierung des Thorax, und ein heftiges Schleudertrauma der HWS - bei Überragen des Kopfes über Dachniveau - ist zu erwarten. Bei kleineren Kindern erfolgt der Sekundärkontakt im Bereich der Fronthaube, was bedeutet, das Kind wird aufgeladen, Kopf und Oberkörper schlagen auf die Frontpartie auf. Zusammenfassend sind somit Traumata an der unteren Extremität, am Thorax, an der Halswirbelsäule und am Kopf zu erwarten.

Neben diesen beschriebenen Fallgruppen, bei denen eine Kollision zwischen der Frontpartie eines Fahrzeuges und Kindern stattgefunden hat, sei noch auf eine andere Unfallmöglichkeit eingegangen (Fallgruppe V, Abb. 1e), bei der die Kinder seitlich in ein Fahrzeug laufen. Verletzungen am Körper dürften weniger vom Primärkontakt mit dem Fahrzeug herrühren, als vielmehr vom Aufprall nach seitlichem Wegschleudern auf die Straße. Dadurch, daß der sich in eine Richtung

fortbewegende kindliche Körper beim Aufprall gegen das Fahrzeug plötzlich gestoppt wird, dürfte der Kopf, sofern er das Dachniveau überragt, in seiner Eigenbewegung fortfahren und gegen dasselbe geschleudert werden. Weiterhin wäre eine Verletzung der unteren Extremität durch den Anstoß gegen die Unterkante der Karosserie denkbar. Von seiten des Fahrzeuges sind also Verletzungen am Kopf, oberer Extremität (Abstützreaktion) und an der unteren Extremität zu erwarten. Durch den Sekundärkontakt - Straße - sind weiterhin Verletzungen am ganzen Körper feststellbar.

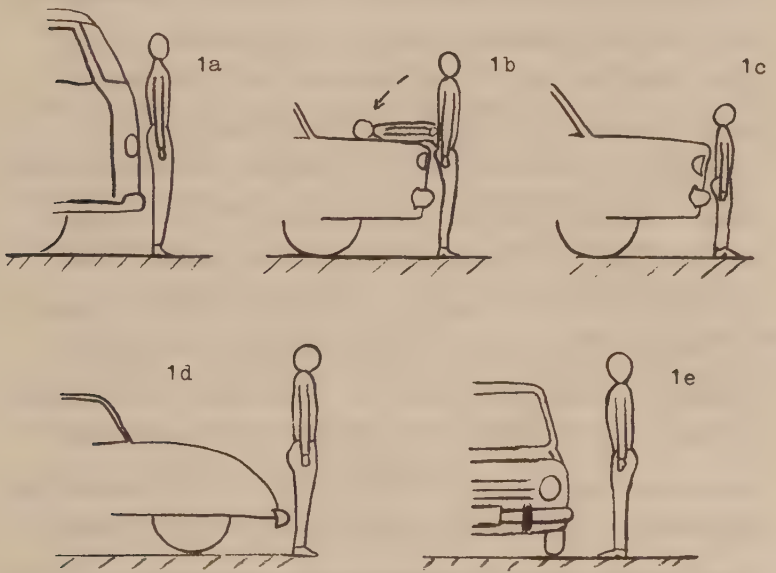


Abb. 1: Schematische Darstellung der kritischen Situationen beim ersten und ggf. zweiten Kontakt mit dem Fahrzeug.

IV. Untersuchungsmaterial und Methodik

1. Untersuchungsmaterial

Aus dem Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München wurden aus den Jahren 1966 - 1975 22 Fälle und aus dem Obduktionsgut des Instituts für gerichtliche Medizin Innsbruck aus dem Zeitraum 1970 - 1975 ca. 50 Fälle gesichtet. Hinzu kamen noch aus der Kinderklinik der Technischen Universität München-Schwabing ca. 90 Fälle aus dem Jahre 1975 zur Einsicht.

Bis auf wenige Ausnahmen wurden viele Fälle bereits nach der Einsichtnahme nicht berücksichtigt, da entweder eine Obduktion (bei Todesfällen) nicht durchgeführt wurde, oder aber der Unfallvorgang mit den notwendigen Daten aufgrund der Angaben nicht rekonstruierbar war. Des weiteren wurden reine Überrollungen, wie sie z.B. bei anfahrenden Lkw's vorkommen, nicht verwertet. Somit filterten sich hier die Fälle heraus, bei denen im Sektionsprotokoll ausreichende Angaben vorhanden waren, oder auch bei nicht tödlichen Unfällen die Möglichkeit bestand, aufgrund der Gerichtsakten notwendige Angaben zu erhalten. Beim Verletztengut des Schwabinger Kinderkrankenhauses wurde von der Staatsanwaltschaft freundlicherweise die Genehmigung zur Einsichtnahme der Akten erteilt, doch waren in manchen Fällen die Angaben in den Akten für eine Bewertung nicht ausreichend. Letztlich blieben von den ca. 160

gesichteten Fällen nur 54 zur Auswertung übrig. Diese 54 Fälle wurden in die oben bereits näher beschriebenen 5 Fallgruppen unterteilt, wobei eine Aufteilung folgende Fallzahl pro Gruppe ergab:

Gruppe 1:	4 Fälle	flächiger Anstoß
Gruppe 2:	6 Fälle	Anstoß im Bereich des Schwerpunkts
Gruppe 3:	29 Fälle	Anstoß im Bereich oberhalb des Beckens
Gruppe 4:	7 Fälle	Anstoß im Bereich unterhalb des Beckens
Gruppe 5:	8 Fälle	Anstoß beim seitlichen Hineinlaufen

Die Fragestellung dieser Untersuchung war neben einem genauen Verletzungsbild vor allem die Kenntnis des Kraftfahrzeugtyps, der Kollisionsgeschwindigkeit und die Lokalisation der Schäden am Kraftfahrzeug. Als obere Altersgrenze wurde die in Kinderkrankenhäusern allgemein gebräuchliche Grenze von 14 Jahren übernommen. Nach unten wurde keine Grenze gesetzt, diese limitiert sich durch ein ausreichendes Gehvermögen der Kinder und lag somit bei ca. 2 Jahren.
Ausgewertet konnten also nur solche Fälle werden, bei denen
a) ein Photo des Unfallfahrzeugs bzw. eine genügend genaue Beschreibung der Beschädigung vorhanden war.
b) aus einer Unfallskizze der Unfallhergang mit Kolli-

sionsgeschwindigkeit, Bremsweg und evtl. Wurfweite rekonstruiert werden konnte.

c) es sich um keinen Mehrfachunfall handelte, da aus diesem eine genaue Zuordnung der einzelnen Verletzungsmuster zum entsprechenden Fahrzeug nicht möglich ist.

d) wie bereits erwähnt, keine reinen Überrollungen vorlagen.

Zwei Graphiken orientieren über die Altersverteilung der verunglückten Kinder und über die Kollisionsgeschwindigkeiten, zwei Parameter, die neben der Unfallmechanik großen Einfluß auf Art und Schwere der Verletzung haben.

Die Kollisionsgeschwindigkeiten wurden aus vorliegenden Gutachten übernommen bzw. bei Vorlage von Unfallskizzen errechnet, wobei ein Anspruch auf exakte Kilometerangabe nicht erhoben wird. Wichtiger erscheint vielmehr die Einordnung in einen bestimmten Geschwindigkeitsbereich.

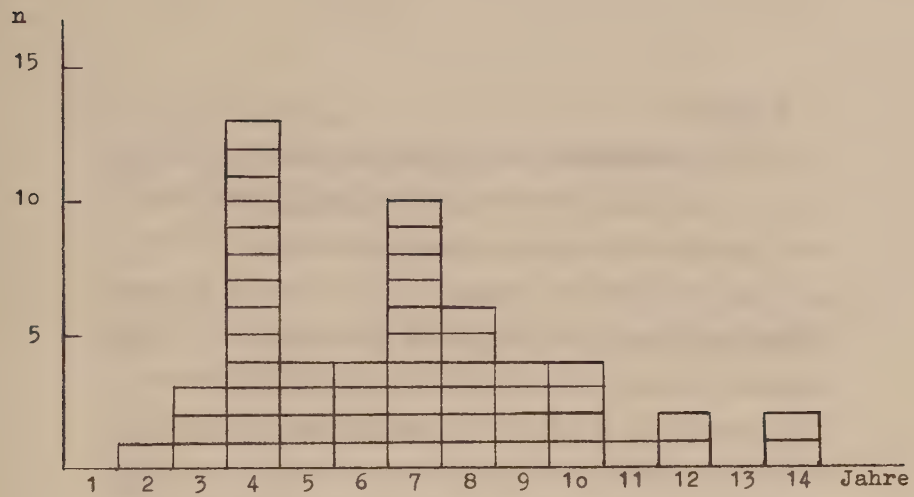


Abb. 2: Altersverteilung,
54 Fälle,
32 Knaben,
22 Mädchen

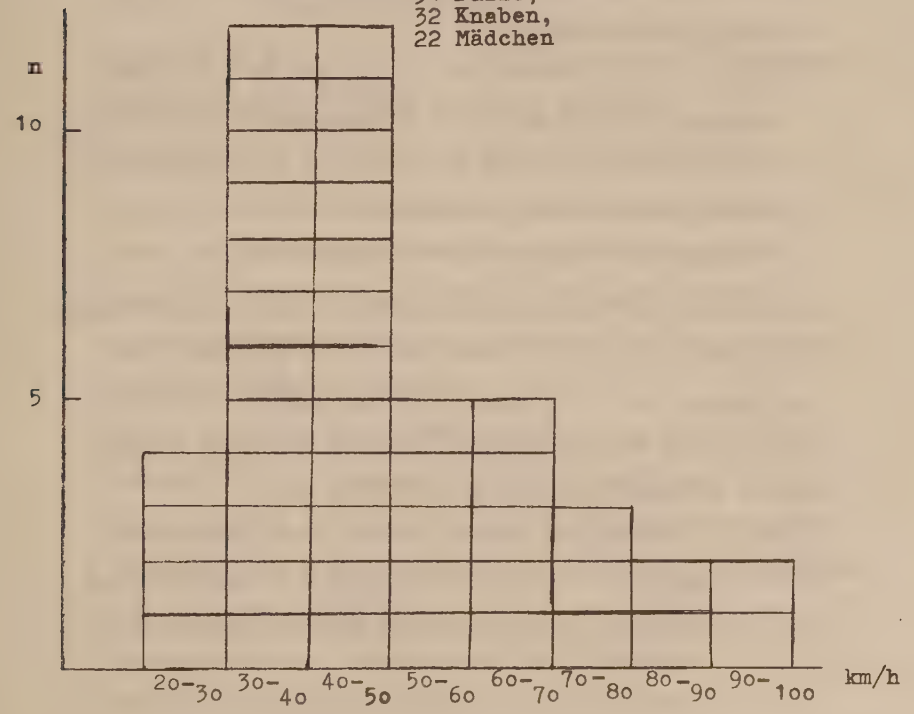


Abb.3:Kollisionsgeschwindigkeiten
Fallgruppe I-IV,1x unbekannt

2. Methodik

Die Verletzungsmuster und die Bilder bzw. Skizzen von den Fahrzeugbeschädigungen werden in Form von Abbildungen aufgezeigt. Liegen keine Bilder vor, wird die Beschädigung beschrieben. Es werden 2 Hauptgruppen gebildet. Die erste ist diejenige mit frontal erfaßten Kindern, die zweite beinhaltet die Kinder, die seitlich in ein Kraftfahrzeug gelaufen sind.
Die erste Gruppe, verständlicherweise auch jene mit den meisten Fällen, kann entsprechend der theoretischen Betrachtung in 4 Untergruppen eingeteilt werden.

1. breitflächiger Anstoß
2. Anstoß durch Fahrzeuge mit einer zur Zeit üblichen Frontpartie im Bereich des Schwerpunktes der Kinder
3. Anstoß durch Fahrzeuge der zur Zeit üblichen Frontpartie oberhalb des Schwerpunktes
4. Fahrzeuge mit abgeschrägter Kühlerfront.

Die Schwere der Verletzungen werden nach der Abbreviated Injury Scale (AIS 1976) beurteilt. Sie soll bei den Abbildungen nur eine kurze Orientierungshilfe darstellen, welcher Körperteil bzw. welches Organ am meisten und in welchem Schweregrad betroffen war.
In den folgenden Abbildungen werden alle verwerteten Fälle vorgestellt. Zur Vereinfachung der Beschreibung von Verletzungen werden folgende Symbole verwendet:

Prellung

Blutunterlaufung s.c. und/oder i.m.

Schürfwunde

Ablederung, Wundtasche

Riß- oder Platzwunde

schwere Kontusion von Muskulatur od. Organ

Fraktur

Trümmerfraktur

Luxation, Zerreißung eines Gelenkes

Ruptur eines inneren Organs

Kontusion des Gehirns (meningeale/ ventrikuläre Blutung)

Weiterhin wird die Höhe der Stoßstange bzw. Kühlerhaube auf der Skizze mit einem S oder K markiert.

Die zugehörige Beschriftung enthält folgende Daten:

1. Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht des Kindes. Bei nicht bekannter Größe bzw. nicht bekanntem Gewicht wurden diese nach den allgemein gültigen Somatogrammen der Kinderpoliklinik München bestimmt und in Klammern gesetzt.
2. Kollisionsgeschwindigkeit und Fahrzustand des Fahrzeuges mit Quellenangabe (sofern nicht anders angegeben wurden diese Daten der Unfallskizze entnommen)
3. Bewegung des Fußgängers, bezogen auf die Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges
4. Anstoßrichtung, bezogen auf den Fußgänger
5. Verletzungsschwere (eingeteilt in AIS-Grade mit Angabe der Lokalisation der Verletzung) bzw. Todesursache

6. Wurfweite, falls vorhanden

Des weiteren findet sich ein Foto bzw. eine Skizze. des Unfallfahrzeuges. Sollte keines vorhanden sein, steht stattdessen die Beschreibung der Beschädigung.

Verwendete Abkürzungen: Z. L. = zentrale Lähmung
TU = Todesursache.

V. Vorstellung der Fälle und Auswertung

A: Die Verletzungsmuster der Fallgruppe I (4 Fälle)

dazu Abbildungen 4 - 7

In Fallgruppe I ist nur in einem Fall das Unfallfahrzeug abgebildet, in einem weiteren der Schaden beschrieben. Die beiden übrigen Fahrzeuge blieben unbeschädigt.

Charakteristik: Flächiger Anstoß
(VW-Kombi, Tram , manche Lkw).
Infolge des Ganzkörperanpralls sind Verletzungen zu erwarten, die sich über die gesamte Körperlänge der Kinder erstrecken.

Auswertung:
Kopf- und Halsregion: In allen 4 Fällen waren schwere Kopfverletzungen aufzuweisen, die in 2 Fällen zum Tod führten, einmal zu einer dauernden Hirnschädigung und einmal ohne Folgen ausheilte. Stets waren äußerlich sichtbare Anstoßstellen in Form von Hämatomen, Platzwunden oder ähnlichem vorhanden. In allen Fällen kam es zum Bruch von Schädelknochen: in 2 Fällen isolierte Schädelbasisbrüche, in den beiden anderen multiple Frakturen. Einmal wurde das Atlanto-Occipital-Gelenk zerrissen. Bei 3 Kindern kam es zu einer Kontusion des Gehirns.

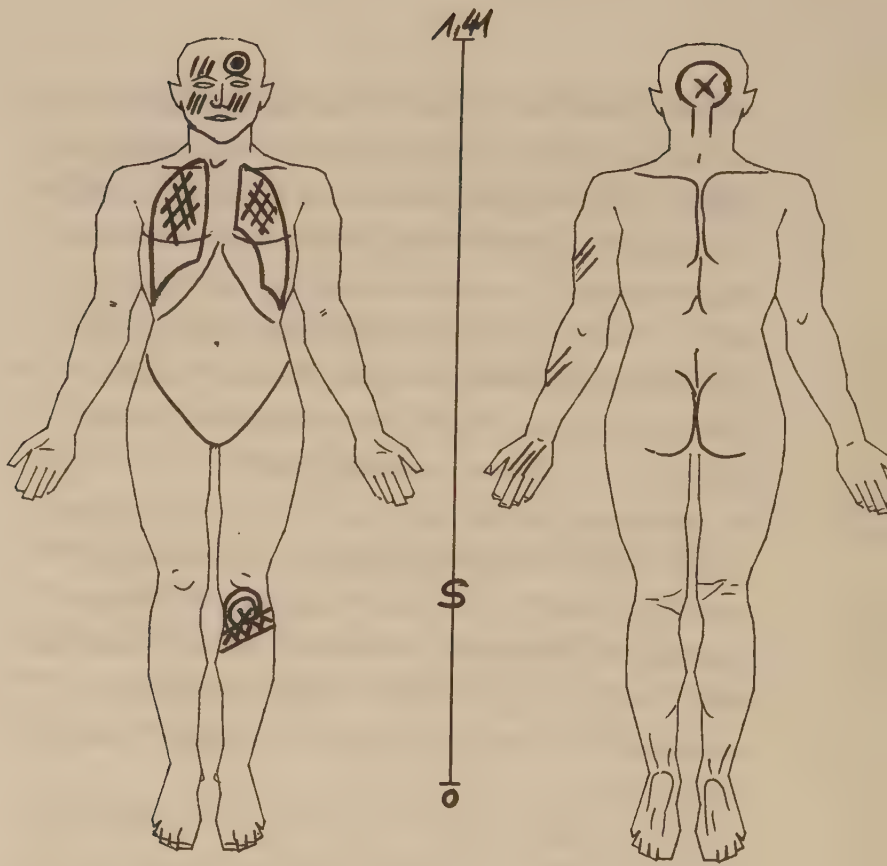
Thorax und Abdomen: Nur in 2 Fällen waren äußerliche Anprallverletzungen vorzufinden. In einem Fall wurde der knöcherne Thorax in Form eines Schlüsselbeinbruches frakturiert, ansonsten fand sich keinerlei knöcherne Läsion am Thorax.
In 3 Fällen wurde die Lunge, teils ein-, teils beidseitig mehr oder minder stark gequetscht. Bei einem dieser Fälle kam noch eine Milzruptur und eine subendokardiale Blutung hinzu.

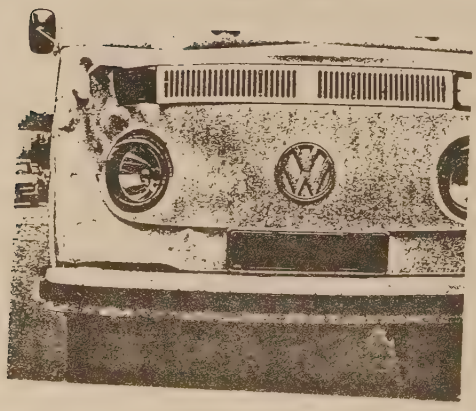
Beckenregion: Neben Hautabschürfungen und Hämatomen kam es lediglich bei einem Fall zu einer massiven Läsion: Zerreissen der Schambeinfuge und Bruch des vorderen Schambeinastes, verbunden mit tiefen Weichteilverletzungen.

Extremitäten: Hier konnte in einem Fall eine Fraktur des Unterschenkels mit Weichteilverletzungen festgestellt werden. Ansonsten finden sich lediglich Abschürfungen und Prellmarken mit Blutunterlaufungen.

Diskussion:
Bei allen 4 Unfällen lag die Kollisonsgeschwindigkeit bis ca. 50 km/h. Diese Geschwindigkeit reichte bei dieser Form des Kraftfahrzeuges aus, um schwere, wenn nicht sogar schwerste Verletzungen zu verursachen,

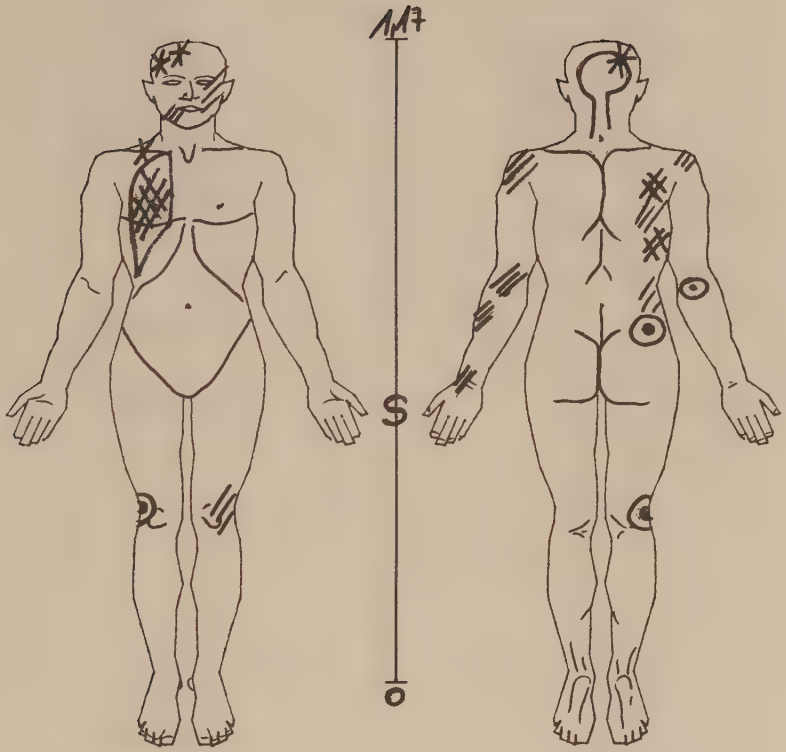
welche in zwei Fällen zum Tod und in einem Fall zu lebenslanger Hirnschädigung führte. Die schwerwiegendsten Verletzungen finden sich am Kopf. An zweiter Stelle steht der Thorax, während der Bauchraum vom Primäranstoß her nicht betroffen war. Die im Fall I 60 auf der dem Anstoß abgewandten Seite zu findenden inneren Verletzungen, dürften durch das lange Mitschleifen des Kindes vom rechten Vorderrad des Lkw's zustande gekommen sein.
Die Stoßstange dürfte bei dieser Art von Kraftfahrzeugen eine untergeordnete Rolle als Verletzungsursache spielen, da sie nur in einem Fall zu einer Fraktur der betroffenen Extremität führte. Ausschlaggebend scheint die senkrechte Karosseriefront zu sein, gegen die Kopf und Thorax beim Anprall geschleudert werden.





1. 10J, m, 1,41m, 33kg,
2. 40 - 50 km/h, gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 5 (Kopf)
6. ca. 15 m

Abb. 4: Fallgruppe I, RM 9

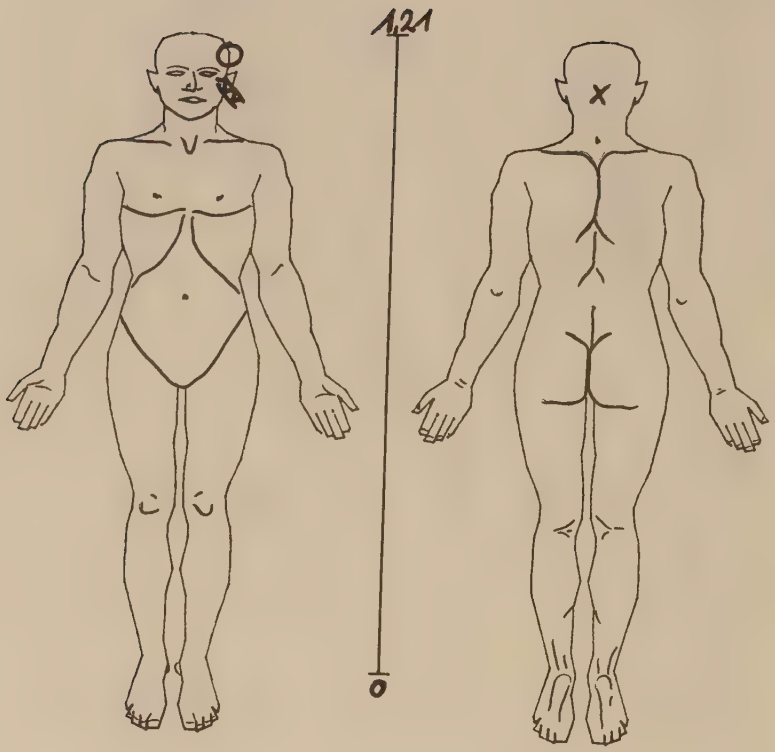


1. 5J, w, 1,17m, 20kg
2. ca. 50 km/h, gebremst
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Herz- u. Kreislaufversagen bei Hirnkontusion
6. ca. 15 m

Ford Transit

Im Bereich der Stoßstange und des linken Scheinwerfers beschädigt.

Abb. 5: Fallgruppe I, I 26

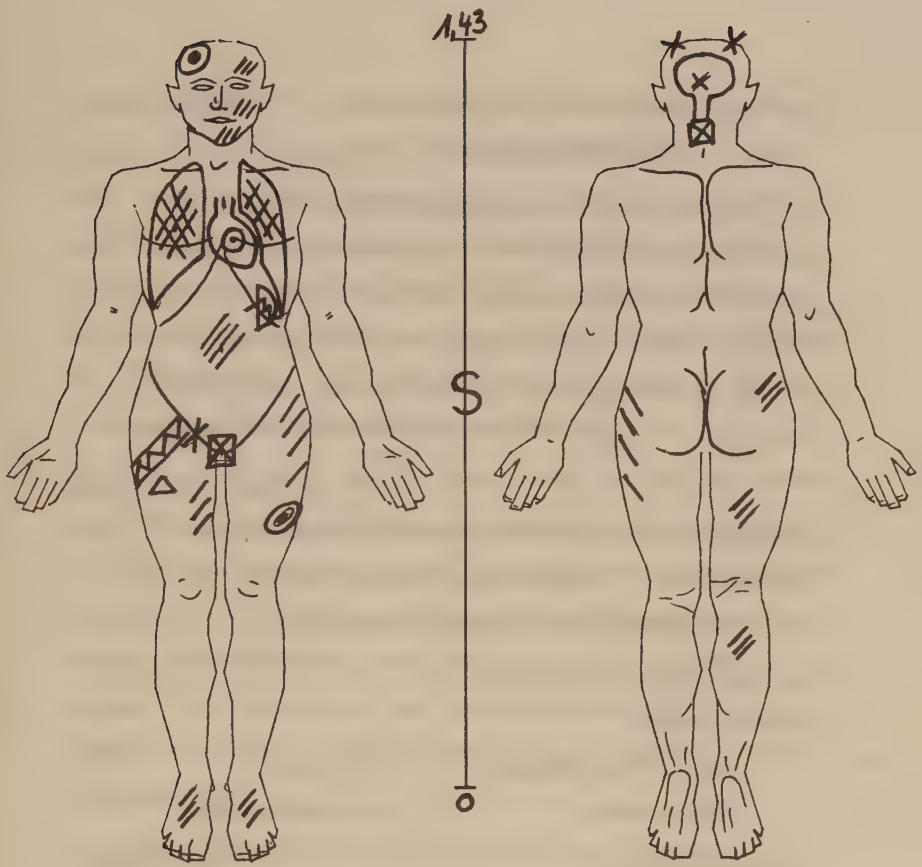


Tram

Keine Beschädigung.

1. 6J, m, (1,21m), (22kg)
2. ca. 40 km/h
3. re - li
4. li lateral
5. AIS: 2 (Kopf)
6. -

Abb. 6: Fallgruppe 1, S 54



Lkw Mercedes

Auf dem Unfallfoto keine sichtbaren Beschädigungen feststellbar.

1. 9J, w, 1,43m, 33,5kg
2. ca. 50 km/h (Fahrer),erst nach der Kollision gebremst
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. mitgeschleift

Abb. 7: Fallgruppe I, RM 60

B: Verletzungsmuster der Fallgruppe II (6 Fälle)

dazu Abbildungen 8 - 13

In 2 Fällen sind Beschädigungsbilder aufgeführt, sonst Beschreibungen. Wie die Abbildungen zeigen, wurden die Kraftfahrzeuge zum Teil erheblich beschädigt. Neben Eindellungen der Frontpartie und Dellen im Bereich der Fronthaube bzw. der Kühlerhaube war in einem Fall die Frontscheibe zertrümmert.

Charakteristik: Primärer Anstoß im Bereich des Schwerpunktes (Becken) bei größeren Kindern und Kraftfahrzeugen der üblichen Bauweise.

Zu erwartende Belastungen:

Primärkontakt:

Unter-/Oberschenkel	- Stoßstange
Beckenbereich	- Motorhaubenkante

Sekundärkontakt:

Thorax, HWS u. Kopf	- Motorhaubendeckel.

Die Wirbelsäule wird durch starke Scher-/Zugkräfte infolge der kombinierten Dreh-/Translationsbeschleunigung des Oberkörpers beansprucht. Daraus resultiert eine höhere Aufschlagsgeschwindigkeit des Kopfes auf den Motorhaubendeckel als die Kollisionsgeschwindigkeit beträgt.

Auswertung:

Kopf- und Halsregion: Bis auf einen Fall finden sich hier überall Blutunterlaufungen, in zwei Fällen eine zusätzliche Durchtrennung der Kopfschwarte. In zwei Fällen kam es zu einem Schädelbruch, einmal mehrfach. In der Hälfte der Fälle waren schwere Gehirnkontusionen die Todesursache. In einem Fall konnte keinerlei Verletzung am Kopf festgestellt werden.

Thorax und Abdomen: Bei keinem der Fälle kam es zu einer Traumatisierung des knöchernen Thorax, während in 4 Fällen innere Organe meist schwer verletzt wurden. So kam es in 2 Fällen zu schweren Lungenkontusionen, einmal verbunden mit einer Nierenruptur. Inneres Verbluten bei Hohlvenen- und Nierenarterienabriß, verbunden mit einer Leberzertrümmerung,war einmal die Todesursache.

Beckenregion: Entsprechend der Höhe des primären Anstosses waren in allen Fällen Prellmarken mit zum Teil stärkerer Weichteilquetschung, aber ohne jegliche Fraktur und Weichteileröffnung anzutreffen.

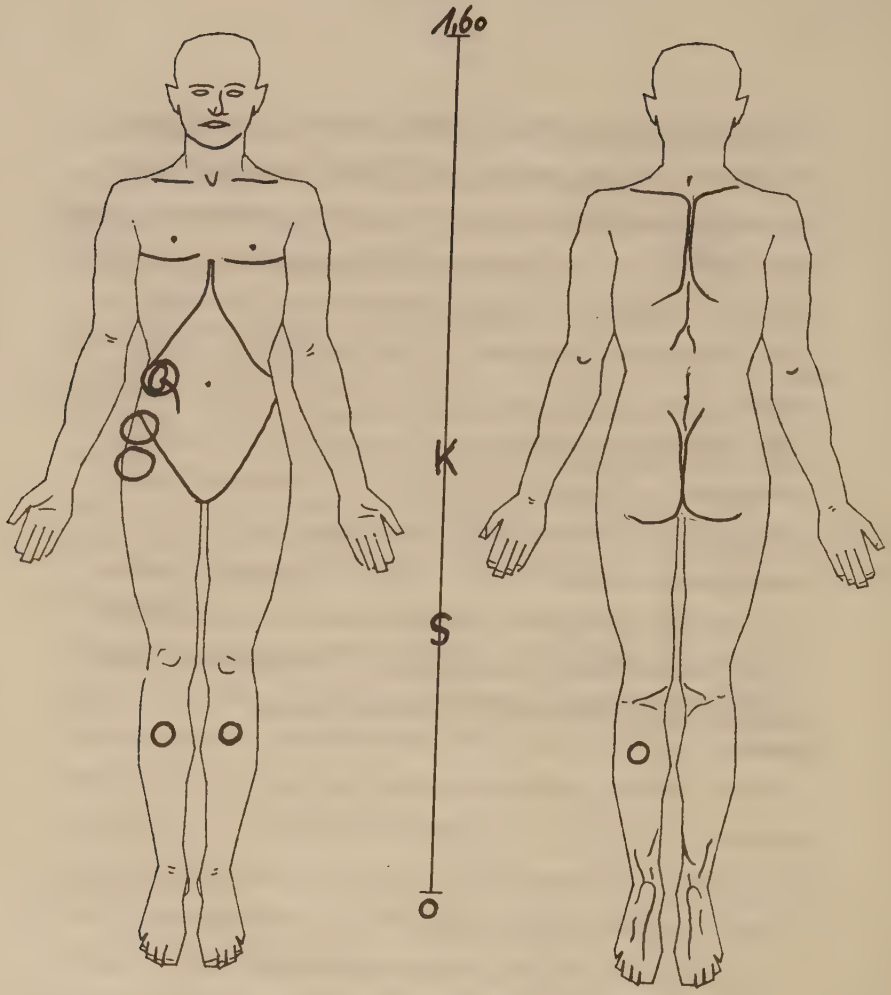
Untere Extremitäten: Bis auf eine Ausnahme fanden sich bei allen Kindern schwere Anprallverletzungen, hiervon bei einem eine größere Blutunterlaufung im Bereich des Unterschenkels, bei den anderen war dreimal der Unterschenkel und einmal der Oberschenkel frakturiert. Auffallend im Fall RM 24 war die Tatsache, daß der

Unterschenkel fast 30 cm tiefer gebrochen war, als die entsprechende Prellmarke der Stoßstange am Knie, woraus man folgern könnte, daß hier der Knochen beim Anprall auf die Straße brach.

Obere Extremitäten: Bis auf 2 Fälle mit relativ geringer Kollisionsgeschwindigkeit, fand sich bei den übrigen stets eine Verletzung der oberen Extremität, immer in der Höhe, die der Motorhaubenkante entsprach. Hierbei reichten die Läsionen von einfachen Prellungen oder Schürfungen über Blutunterlaufungen bis zu Frakturen.

Diskussion:
In 4 der 6 Fälle wurde der Unfall bei einer Geschwindigkeit von über 60 km/h verursacht. Dementsprechend wurden auch bei den Kindern schwerwiegende Verletzungen festgestellt. Vier der 6 Kinder wurden getötet, wobei in 3 Fällen die Kopfverletzungen, in einem die inneren Verletzungen zum Tode führten. In jedem Fall konnte die Primäranstoßstelle (Stoßstange/Motorhaubenkante) aufgrund der Verletzungen genau nachgewiesen werden. Auch bei den schweren Kopfverletzungen erfolgte Bruch oder Kontusion auf der Kollisionsseite, während in einigen Fällen Abschürfungen auf der abgewandten Seite des Kopfes wohl durch den Kontakt mit der Straße zustande gekommen sind. Innere Organe wurden in einem Fall durch den Primärkontakt mit der Motorhaubenkante verletzt. Die übrigen inneren Verletzungen dürften in

erster Linie wohl vom Aufprall auf die Motorhaube herrühren, wobei im Fall RM 24 die Lungenkontusion wahrscheinlich eher durch die Straße verursacht wurde. Daß Unfälle bei geringerer Kollisionsgeschwindigkeit und der momentan üblichen Bauweise im Vergleich zu oben genannten harmloser verlaufen können, zeigen die beiden übrigen Fälle, bei denen trotz nicht unerheblicher Fahrzeugbeschädigung, bis auf Prellungen, Blutergüssen und einem Knochenbruch (Stoßstange) keine weiteren Verletzungen zu verzeichnen waren. Es darf andererseits auch Fall I 42 nicht übersehen werden, bei dem bei massivsten Verletzungen mit Todesfolge (Z.L.) außer einem abgebrochenen Außenspiegel keine Beschädigung festgestellt werden konnte.

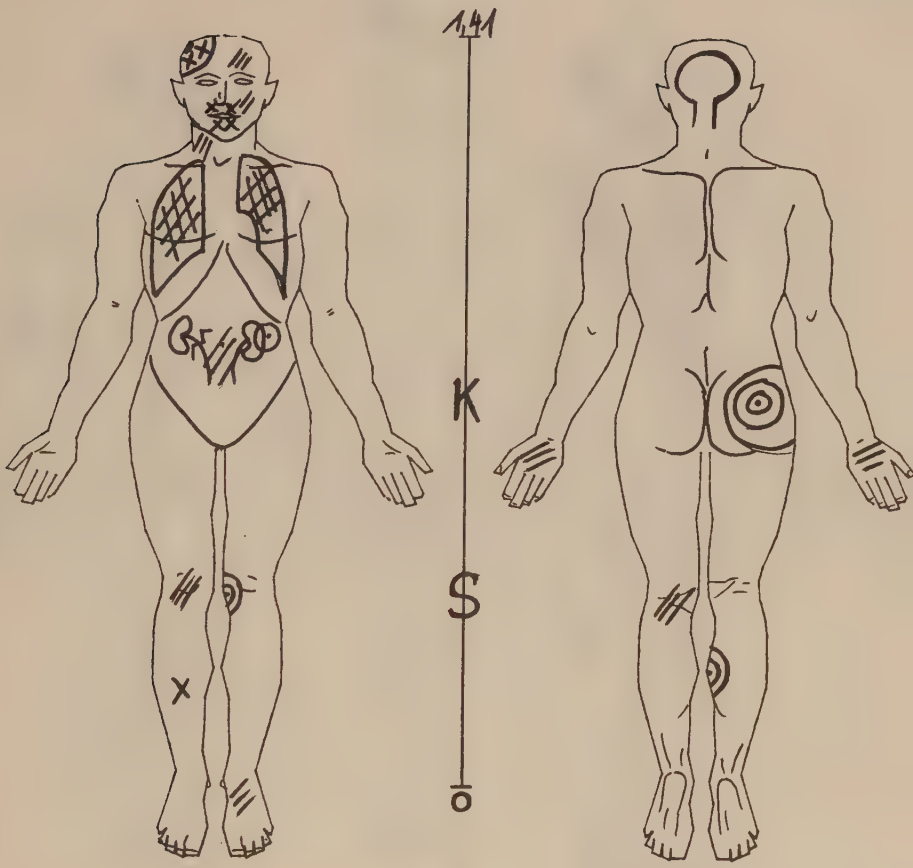


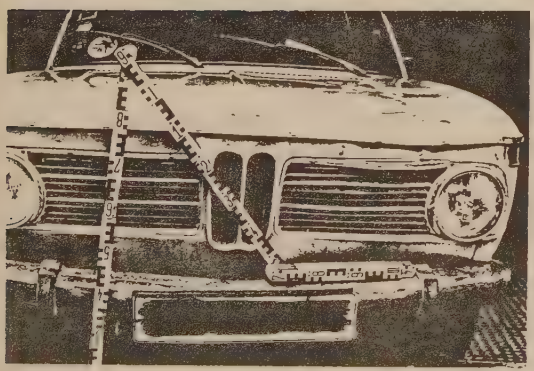
Opel 1700

Haube vorne links leicht eingedrückt.

1. 14J, m, 1,60m, (51kg)
2. 20 - 30 km/h, gebremst, 14 m Blockierspur
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 2 (Abdomen)
6. aufgeladen

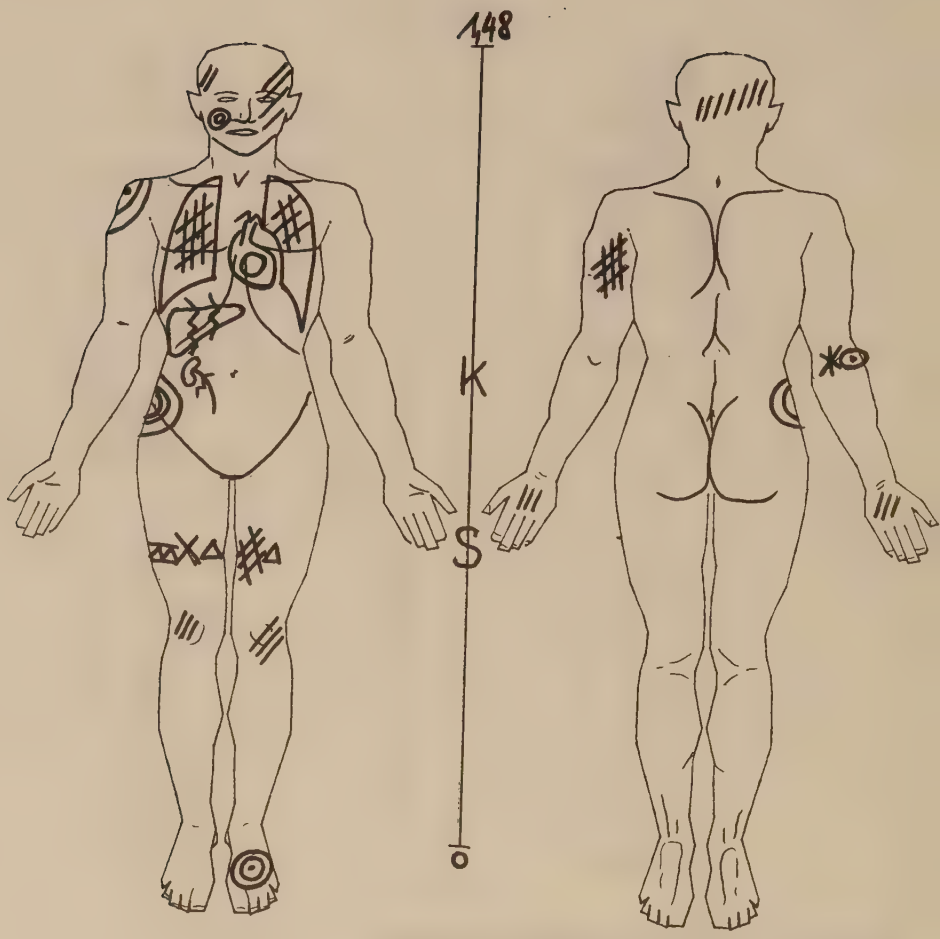
Abb. 8: Fallgruppe II, S 19





1. 10J, m, 1,41m, 35kg
2. über 60 km/h (Gutachter), nicht gebremst
3. re - li
4. re dorso-lateral
5. TU: Z.L.
6. ca. 32 m

Abb. 9: Faligruppe II, RM 24

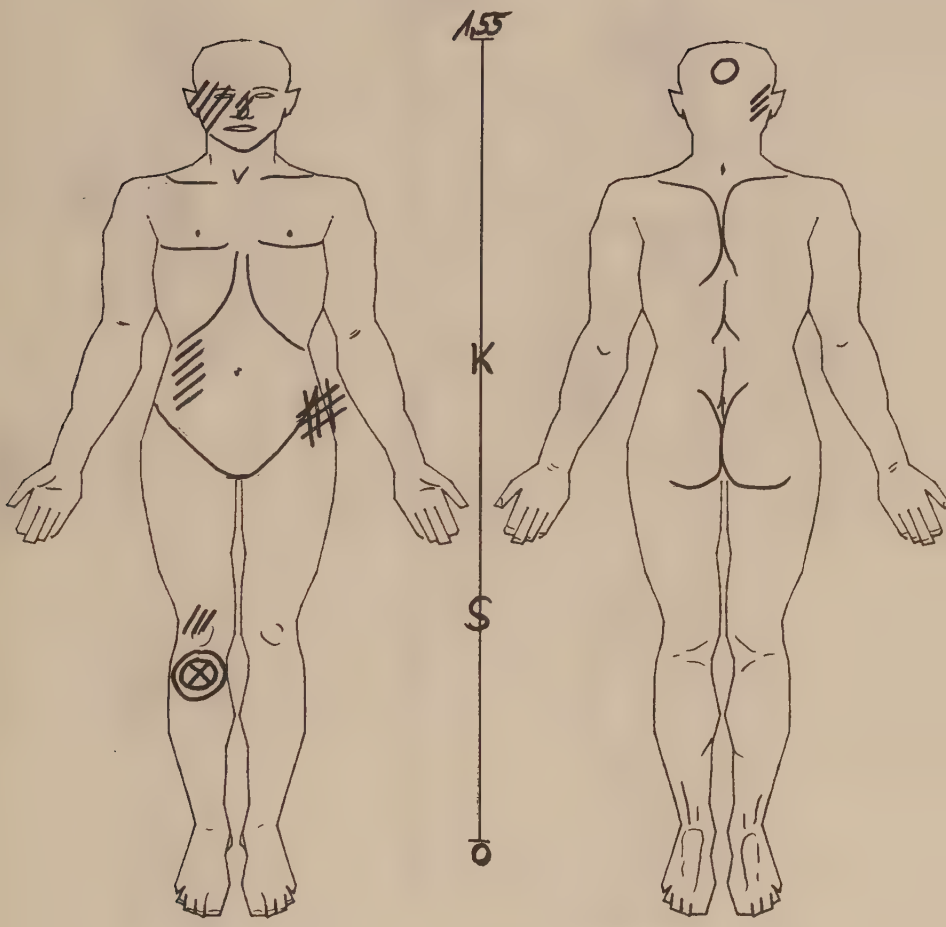


Ford 17 M

(Fahrerflucht), das Fahrzeug wurde erst nach Reparatur sichergestellt.

1. 9J, m, 1,48m, 20,1kg
2. 90 km/h (Polizei), nicht gebremst
3. li - re
4. re lateral
5. TU: innere Verletzungen
6. ca. 30 m

Abb. 10: Fallgruppe II, I 28

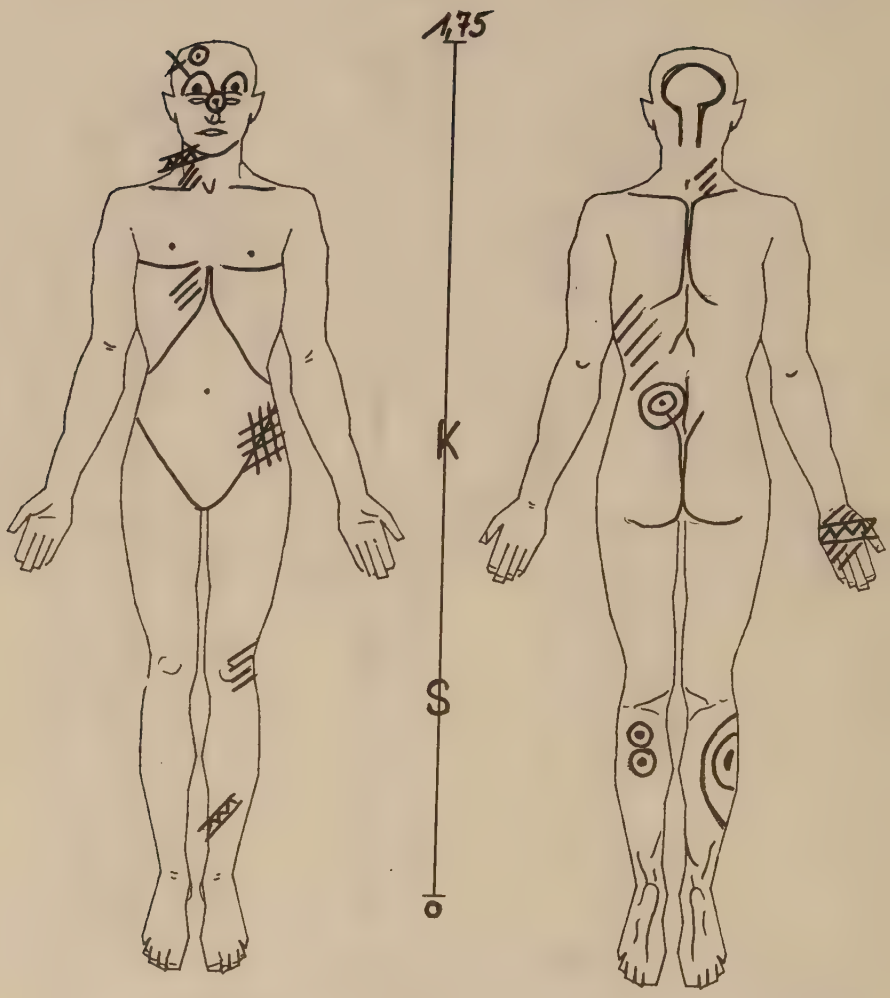


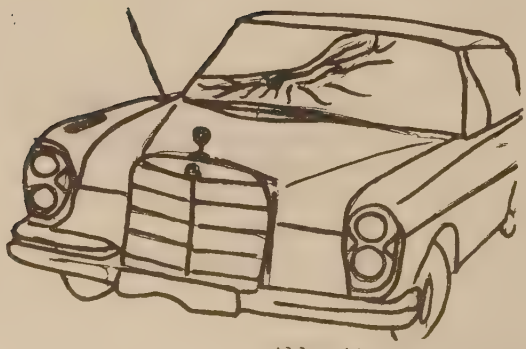
Mercedes 250

Mitte des Frontteils stark eingedrückt.

1. 12J, m, (1,55m), (43kg)
2. ca. 50 km/h (2 Beifahrer) 8,5 m gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Extremitäten)
6. -

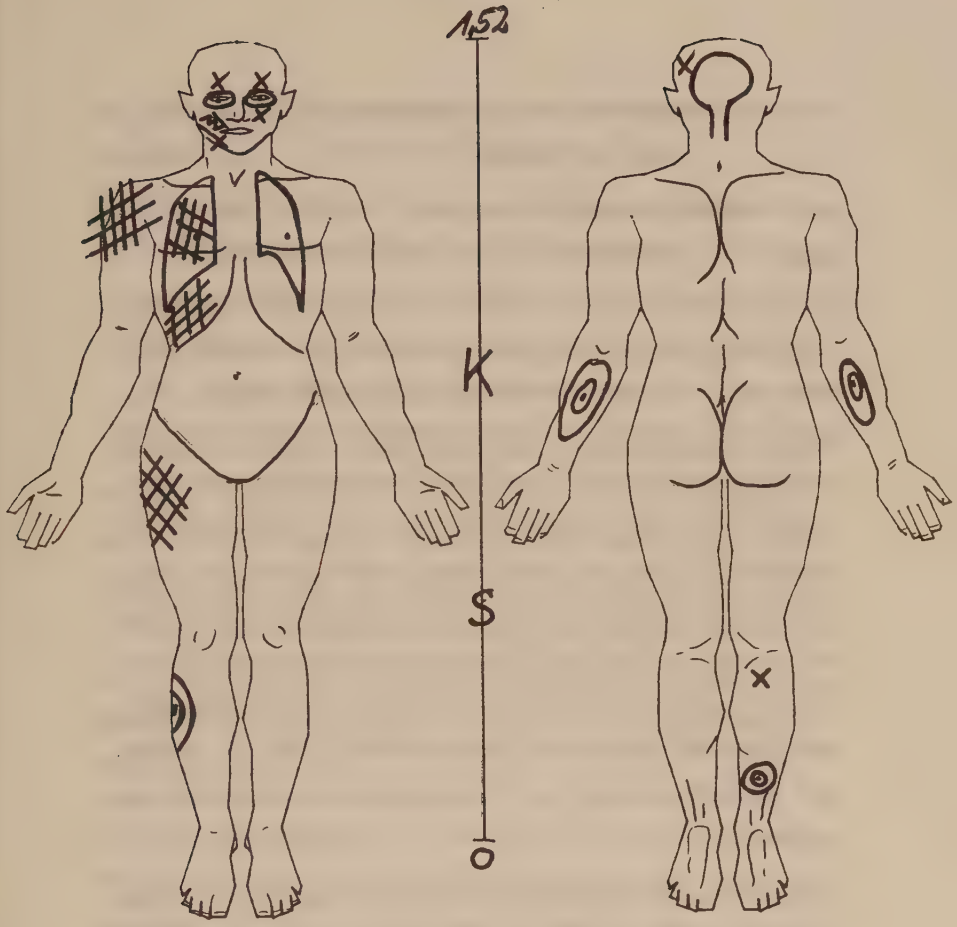
Abb. 11: Fallgruppe II, S 35





1. 14J, m, 1,75m, 54kg
2. ca. 60 km/h (Gutachten), gebremst ca. 20 m
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. aufgeladen

Abb. 12: Fallgruppe II, RM 36



Volvo

Keinerlei Beschädigung bis auf Abbrechen des linken Außenspiegels.

1. 12J, w, 1,52m, 43kg
2. über 60 km/h, nicht gebr.
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. -

Abb. 13: Fallgruppe II, I 42

C: Verletzungsmuster der Fallgruppe III (29 Fälle)
dazu Abbildungen 14 - 42

Von 7 Fällen liegen Skizzen oder Fotos der Unfallfahrzeuge vor, von 14 eine Beschreibung des Schadens. Ein Foto konnte nicht verwertet werden, da das Fahrzeug nach der Kollision mit dem Kind noch gegen einen Baum fuhr. 7 Fahrzeuge wurden nicht beschädigt. In sehr vielen Fällen war die Frontpartie mehr oder minder stark betroffen, wobei die Beschädigung von einfachem Verbiegen des Kennzeichens bzw. Verformung des Kühlergrills bis zu deutlichen Eindellungen an Stoßstange und Kühlerhaubenfront reichte. Bei den Fällen, bei denen der Kopf auf die Motorhaubenoberfläche aufschlug, zeigte sich eine Eindellung, die je nach Aufschlagstärke variierte. In einem Fall (RM 32) schien der ganze Oberkörper auf die Motorhaube aufgeschlagen zu sein.

Charakteristik: Kollision von Fahrzeugen der üblichen Bauweise mit Kindern bis zu einem Alter von ca. 10 Jahren. Primäranstoß oberhalb des Beckens durch die Motorhaubenkante und unterhalb des Beckens durch die Stoßstange, dadurch Ausschaltung des Beckens als Rotationsachse. Resultat: Das Kind wird eher weggestoßen als aufgeladen.

Zu erwartende Belastungen:

Primärkontakt:

Thorax, Abdomen	- Motorhaubenkante
Knie, Oberschenkel	- Stoßstange

Sekundärkontakt:

In erster Linie durch die Straße und somit am ganzen Körper möglich.

In dieser Gruppe findet sich das Hauptkollektiv der verunglückten Kinder, was bereits aus der theoretischen Betrachtung zu erwarten war; denn je nach Fahrzeugtyp und Größe des Kindes trifft die Konstellation mit der Ausschaltung des Beckens als Rotationsachse in der Körpermitte bei einer überwiegenden Zahl von Kindern zu. Der einzige noch frei bewegliche Körperteil ist der Kopf.

Kopf- und Halsregion: Von den 29 hier aufgeführten Fällen erlitten 21 eine Verletzung der Kopf- und Halsregion. Reine Schürfungen wurden hierbei nicht berücksichtigt. Bei 7 dieser 21 Fälle kam es zu einer Schädelprellung mit oder ohne Weichteilverletzung, aber ohne Bruch eines Schädel- oder Gesichtsknochens. Nur in einem einzigen Fall kam es zu einem isolierten Schädelbruch, während in 5 Fällen ein Schädelbruch mit einer Hirnkontusion kombiniert vorlag, davon 2 Schädelbasisbrüche. In 2 Fällen erfolgte

eine Hirnkontusion ohne Fraktur. In 6 Fällen wurde das Atlanto-Occipital-Gelenk luxiert, wobei in 2 Fällen zusätzliche Schädelfrakturen hinzukamen. Einmal waren neben einer Schädelbasisfraktur noch ein Bruch eines Gesichtsknochens zu finden.

Thorax und Abdomen: Bei 9 der 29 aufgeführten Fälle waren, abgesehen von kleineren Schürfungen, keinerlei äußere Verletzungen in diesem Bereich nachzuweisen. Der knöcherne Thorax war in 4 Fällen betroffen: ein Schlüsselbeinbruch und 3 Rippenserienbrüche, davon einer mit Brustwirbelfraktur.
Innere Organe wurden in 12 Fällen schwer in Mitleidenschaft gezogen. Bei 6 Kindern fand sich eine Lungenverletzung in Form von Durchspiessung, Zerreissung oder Kontusion. In 2 Fällen war die Aorta zerrissen, bei gleichzeitiger Schädigung des Herzbeutels. Eine isolierte Thoraxverletzung lag in keinem der Fälle vor, immer waren noch zusätzlich Bauchorgane mitbeteiligt.
Bei den Bauchorganen war dreimal die Niere, einmal die Leber und Milz isoliert verletzt. Ansonsten wurden in 6 Fällen mehrere Organe kombiniert lädiert, wobei in 3 Fällen die Niere nicht beteiligt war: Leber/Milz zweimal, Niere/Milz zweimal, Leber/Milz/Niere einmal, Leber/Milz/Niere/Pankreas einmal.

Beckenregion: Weichteilverletzungen schwererer Natur fanden sich in dieser Region in 8 Fällen, während das knöcherne Becken lediglich in 2 Fällen frakturiert war.

Obere Extremitäten: An den oberen Extremitäten konnten in 8 Fällen ausgedehnte Abschürfungen und ebenfalls in 8 Fällen Blutunterlaufungen oder Prellmarken nachgewiesen werden. In weiteren 2 Fällen waren sowohl der rechte wie auch der linke Arm derart betroffen. Viermal war der Oberarm frakturiert.

Untere Extremitäten: In 5 Fällen waren an den unteren Extremitäten Abschürfungen und in 10 Fällen Blutunterlaufungen oder Prellmarken erfaßbar, wobei bei weiteren 2 Fällen beide Beine betroffen waren. Tiefe Weichteilverletzungen fanden sich in 2 Fällen. In 13 Fällen waren die unteren Extremitäten frakturiert, davon 7 Oberschenkel- 3 Unterschenkelbrüche, zweimal waren die Unterschenkel beider Beine, einmal Ober- und Unterschenkel gebrochen. In einem Fall war das Kniegelenk luxiert.

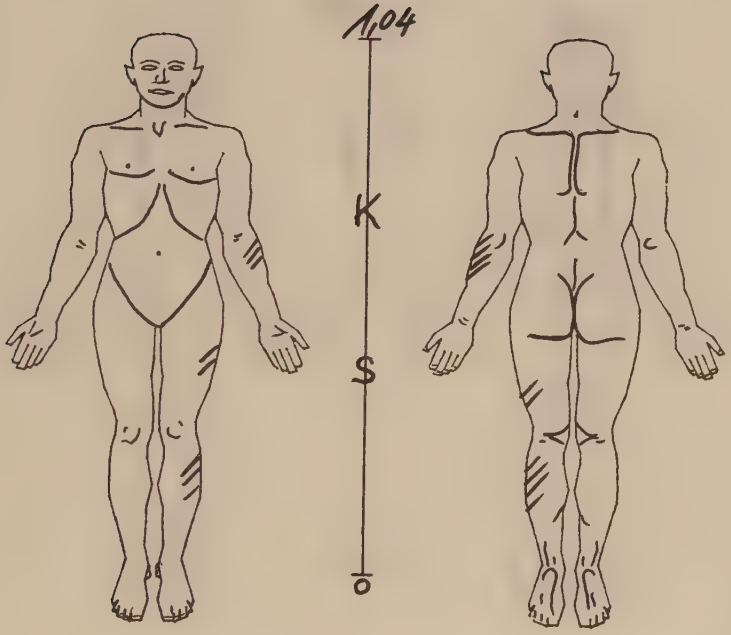
Diskussion:
In dieser mit 29 Fällen größten Gruppe ist die Kollisionsgeschwindigkeitsverteilung weit gestreut. Sie reicht von fast zum Stillstand gekommenen Fahrzeugen bis zu Geschwindigkeiten wie sie außerhalb von Ort-

schaften gefahren werden. Eine eindeutige Beziehung zwischen Geschwindigkeit und Verletzungsschwere kann nicht nachgewiesen werden, denn dazu kommen zu viele andere Faktoren zum Tragen, so z.B. ob der Anstoß frontal, seitlich oder dorsal erfolgte. Welch enorme Bedeutung der Lokalisation der Primäranstoßstelle am Kind zukommt kann mittels mehrerer Fälle aufgezeigt werden, es sei aber hier nur auf eine repräsentative Gegenüberstellung eingegangen: es handelt sich in beiden Fällen um vergleichbare Autotypen, mit etwa derselben Kollisionsgeschwindigkeit, die bei ca. 40 km/h lag. Die Primärkontaktstellen entsprechen einander in etwa. Das vierjährige Kind (Fall RM 14), mehr frontal erfaßt, erlitt Zerreissungen mehrerer innerer Organe, wobei am Fahrzeug lediglich Wischspuren festzustellen waren. Das achtjährige Kind (Fall RM 18), seitlich erfaßt, hatte keinerlei Verletzungen im Thorax- und Abdomenbereich, am Fahrzeug war die Motorhaubenfront etwas eingedrückt. Das jüngere Kind trug beim Aufprall des Kopfes auf die Motorhaube einen Knochenbruch, mehrere Blutunterlaufungen und eine Platzwunde im Gesicht davon. Das ältere durch denselben Vorgang eine Kommotio und Abschürfungen im Gesichtsbereich. Ersteres wurde 16 m weit geschleudert, letzteres 4 m. Auch wenn ein Unfallhergang nicht exakt mit einem anderen vergleichbar ist, so läßt diese Gegenüberstellung doch den Schluß zu,

wie sehr ein auf der ventralen Seite erfaßtes Kind verletzungsgefährdeter ist. Um auf die Wurfweite zu sprechen zu kommen, so wurde bereits früher darauf hingewiesen, daß diese durch die Anstoßpunkte bei Ausschaltung des Beckens als Rotationsachse bedingt sind. Bei geringeren Geschwindigkeiten wird das Kind nicht weggeschleudert, sondern eher umgestoßen, was im ungünstigsten Fall noch eine Überrollung oder Mitschleifen durch das Fahrzeug zur Folge hat, wie es z.B. im Fall RM 27 geschehen ist. Durch den Primärkontakt erlitt das Kind lediglich einen Oberschenkelbruch, jedoch durch das Überrollen kam es zu tödlichen Leber- und Milzzerreissungen. Bei höheren Geschwindigkeiten wird das Kind nun meist weiter weggeschleudert, wobei Wurfweiten bis über 20 m notiert wurden. Die naheliegende Vermutung, daß bei solchen Weiten schwere Verletzungen auftreten müßten, konnte nicht bestätigt werden. Es kam zu Abschürfungen und Prellungen, unter Umständen auch zu einem Knochenbruch, aber immer waren die Verletzungen, die durch den Primärkontakt verursacht wurden, schwerer und maßgebend. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Voraussetzung für diese geringfügigen Verletzungen ein Aufprall auf ebener Straße sein muß. So erfolgte im Fall S 54 lediglich ein seitliches Wegstoßen, wobei aber der Kopf auf die Randsteinkante aufschlug und es zu einer erheblichen Verletzung des

Gehirns mit Dauerschaden kam.

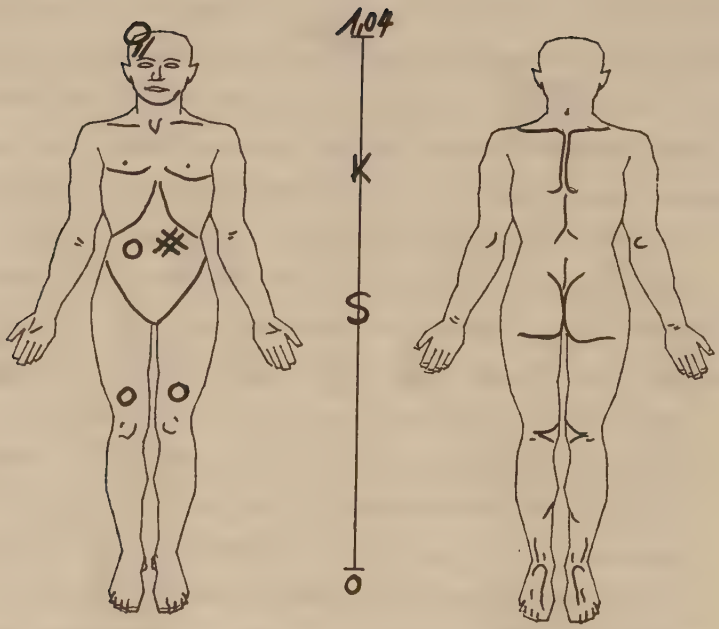
Um auf den Primärkontakt noch einzugehen, kann gesagt werden, daß in der überwiegenden Zahl von Fällen ein Rückschluß von den Verletzungen auf den entsprechenden Fahrzeugteil (Stoßstange, Motorhaubenkante) möglich ist. Durch die Stoßstange kam es meist zu Prellmarken, evtl. auch zu Knochenbrüchen, während durch die Motorhaube häufig innere Verletzungen zu verzeichnen waren, wobei es kaum zu Frakturen im Thoraxbereich kam. Frakturiert wurde dabei eher die obere Extremität. Derjenige Körperteil, der durch den Sekundärkontakt mit dem Fahrzeug nahezu alleinig verletzt wird, ist aufgrund der Anstoßlokalisation der Kopf, einschließlich der Halswirbelsäule. Dies zeigt auch die Untersuchung dieser Fallgruppe, in der von den 29 verunglückten Kindern 21 schwere Kopfverletzungen davontrugen. Eine Beziehung zwischen Verletzungsschwere und Geschwindigkeit zeichnet sich nicht ab, es kann lediglich die Feststellung getroffen werden, daß bei höheren Geschwindigkeiten - ab ca. 70 km/h - mit großer Wahrscheinlichkeit eine Zerreissung des Atlanto-Occipital-Gelenks erfolgt.



Opel Kadett
Keine Beschädigung.

1. 3J, m, (1,04m), (16,7kg)
2. nahezu stehend
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 1 (allgemein)
6. zu Boden gestossen

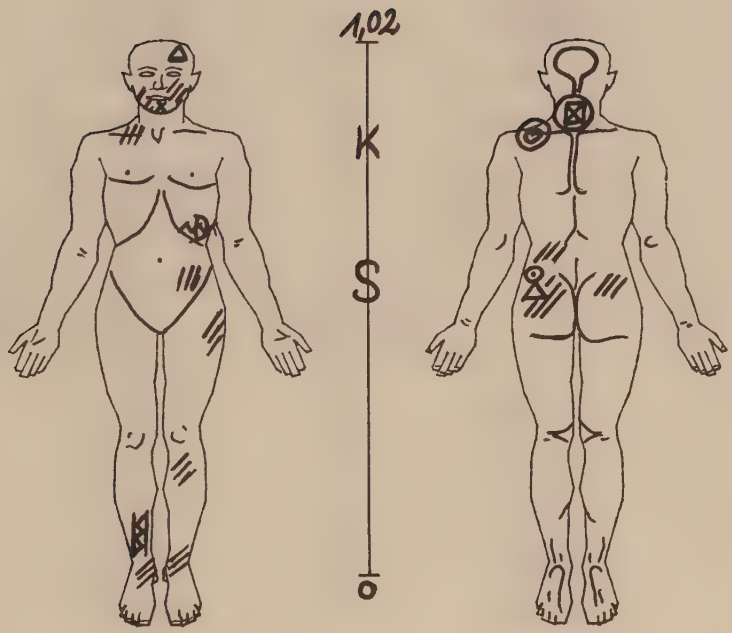
Abb. 14: Fallgruppe III, S 10



Opel Ascona
Keine Beschädigung.

1. 3J, m, (1,04m), (17kg)
2. 20 - 30 km/h (Zeuge)
3. re - li
4. li laterofrontal
5. AIS 1 (allgemein)
6. aufgeladen

Abb. 15: Fallgruppe III, S 11

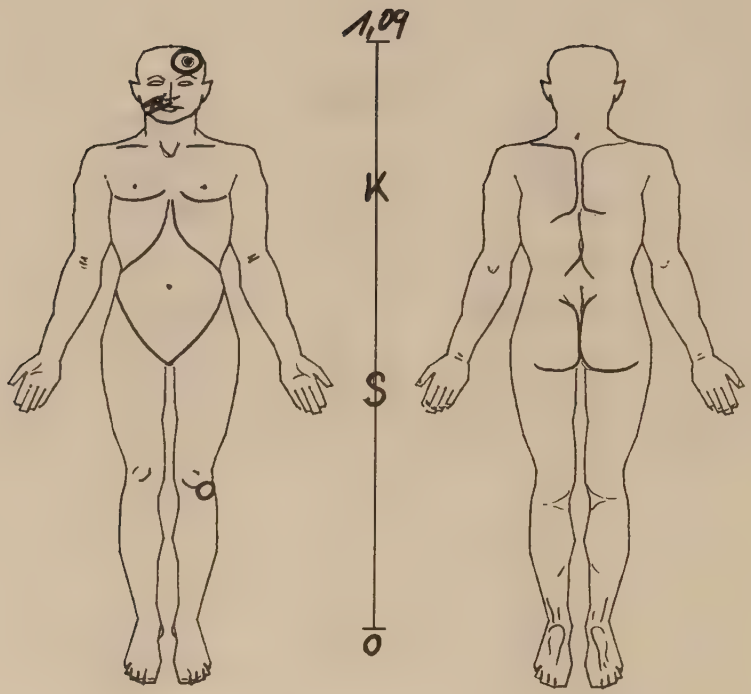


Opel Ascona

Vorderer linker Scheinwerfer
und Blinkerglas zertrümmert.
Kotflügel leicht eingebeult.

1. 4J, m, 1,02m, 14,7kg
2. ca. 50 km/h
3. re - li
4. li dorso-lateral
5. TU: Z.L.
6. ca. 7 m

Abb. 16: Fallgruppe III, RM 62

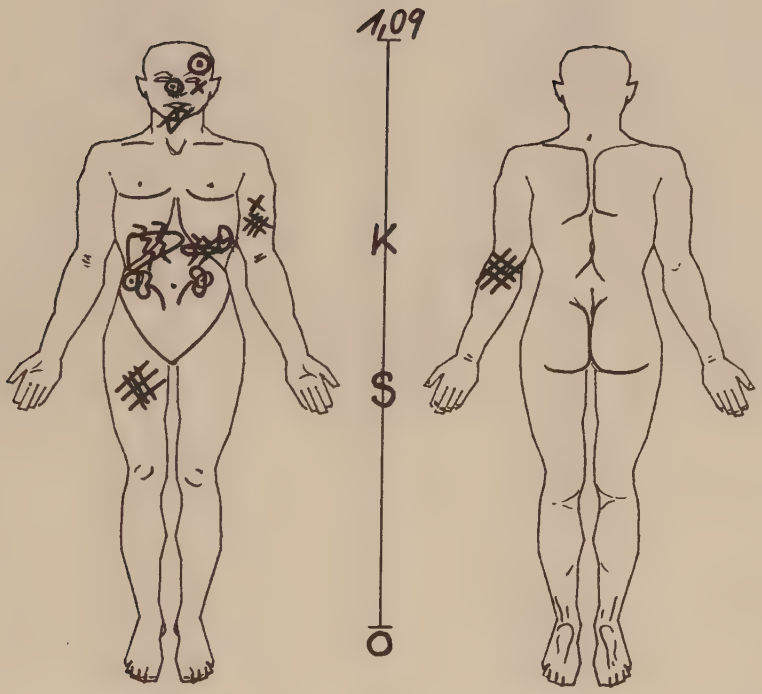


Opel Record

Kühlergrill vorne rechts leicht beschädigt.

1. 4J, m, (1,09m), (18,1kg)
2. 30 - 50 km/h (Zeuge u. Gericht)
3. li - re
4. li lateral
5. AIS 2 (allgemein)
6. zu Boden gestossen

Abb. 17: Fallgruppe III, S 13

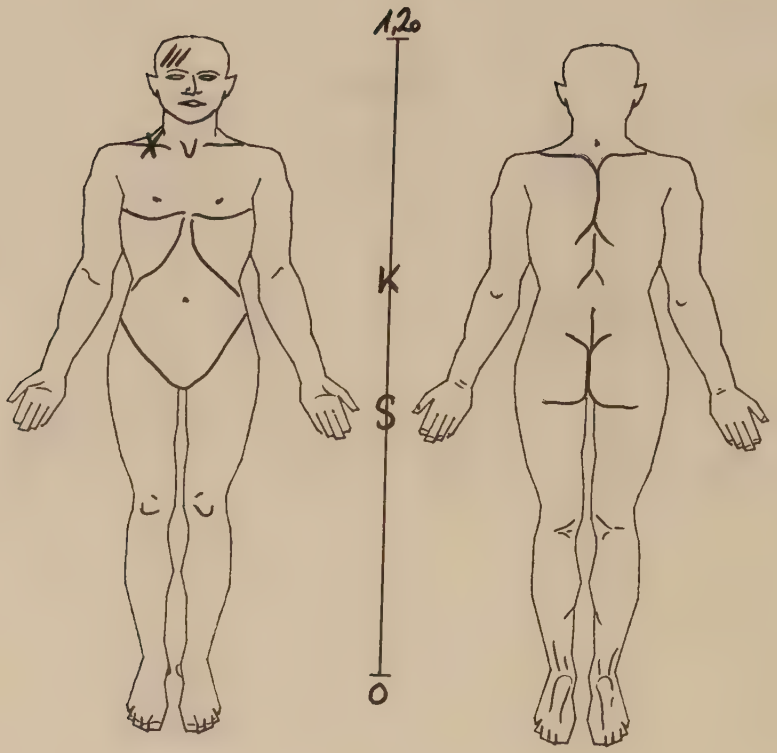


Opel Kadett Caravan

Keine Beschädigung, nur Wischspuren an der verschmutzten Stoßstange unter dem rechten Scheinwerfer feststellbar.

1. 4J, w, 1,09m, (18kg)
2. 40 km/h (Gutachten), gebremst 11 m
3. re - li
4. li fronto-lateral
5. TU: innere Verletzungen
6. 16 m

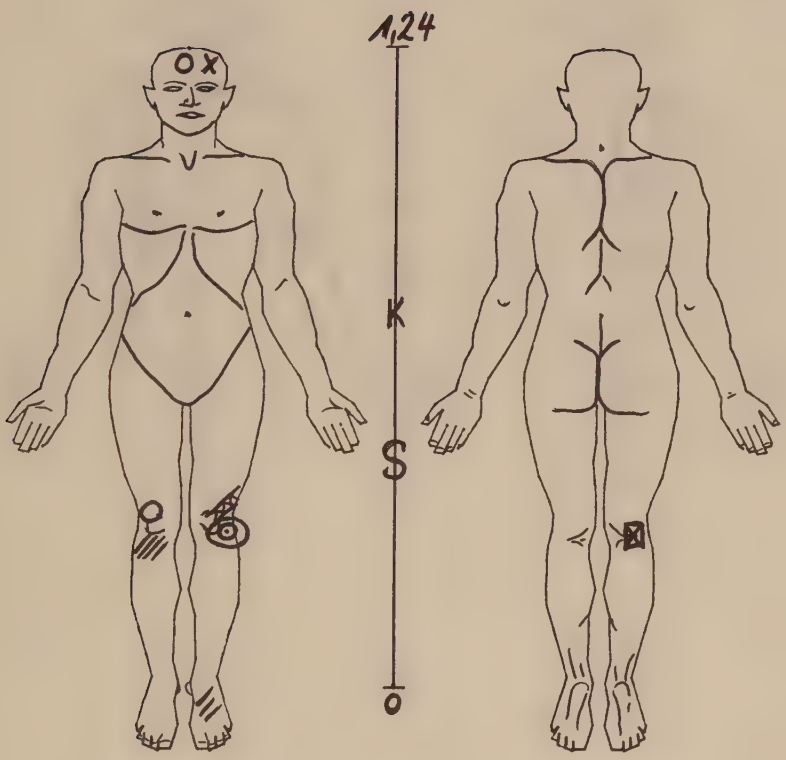
Abb. 18: Fallgruppe III, S 14



Opel Kadett
Keine Beschädigung.

1. 7J, m, 1,20m, 22kg
2. ca. 30 - 40 km/h, gebremst, 7,1 m Blockierspur
3. li - re
4. li lateral
5. AIS 2 (Brust)
6. ca. 6 m

Abb. 19: Fallgruppe III, S 15

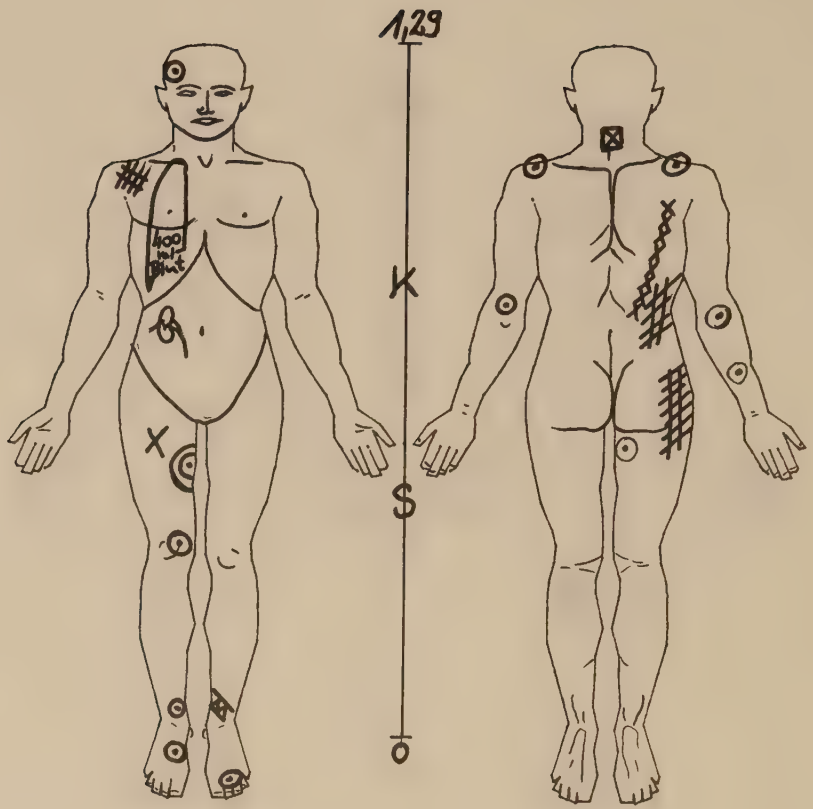


Opel Manta

Kotflügel vorne rechts oberhalb der Vorderachse faustgroße Eindellung, am Motorhaubendeckel 40 cm lange Kratzspur. Autoantenne verbogen.

1. 7J, m, 1,24m, 24kg
2. 30 km/h (Fahrer, nicht gebr.)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Kopf)
6. zu Boden gestossen

Abb. 20: Fallgruppe III, S 16

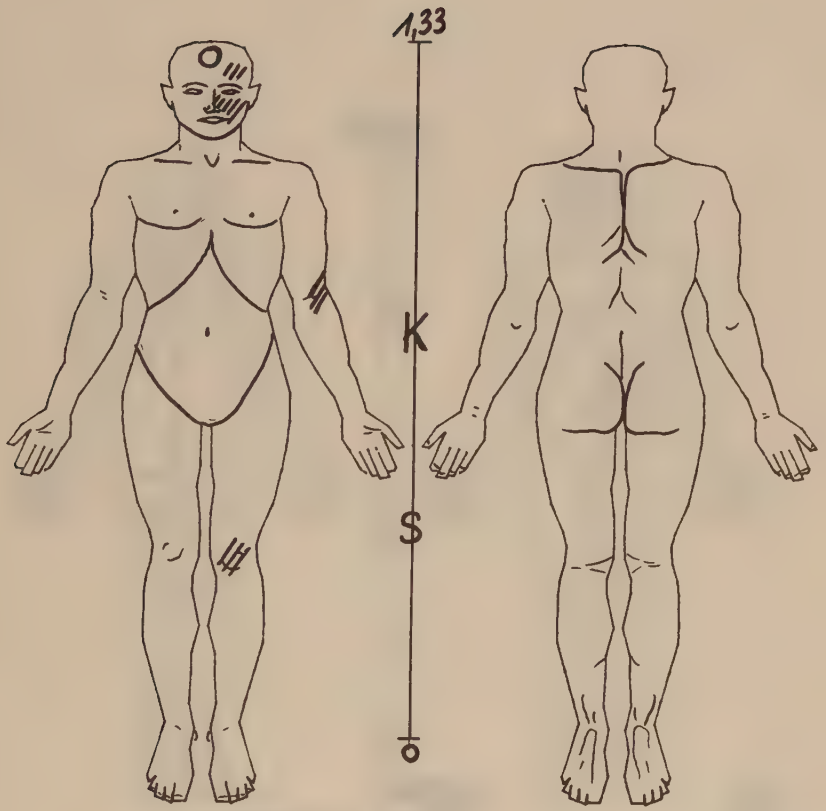


Opel Record

Rechtes vorderes Stoßstangeneck zeigte Stoffmuster, Lack hinter der Stoßstange war abgesplittert, rechter vorderer Kotflügel zeigte eine muldenförmige Eindellung.

1. 7J, m, 1,29m, 26kg
2. ?
3. li - re
4. re laterodorsal
5. TU: Herz- u. Kreislaufversagen (Fettembolie)
6. wurde mitgeschleift

Abb. 21: Fallgruppe 1II, I 17

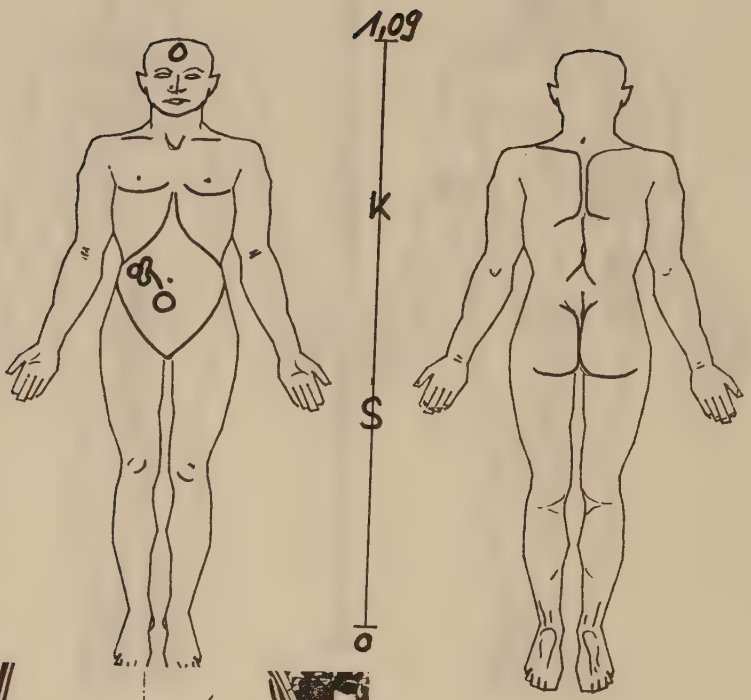


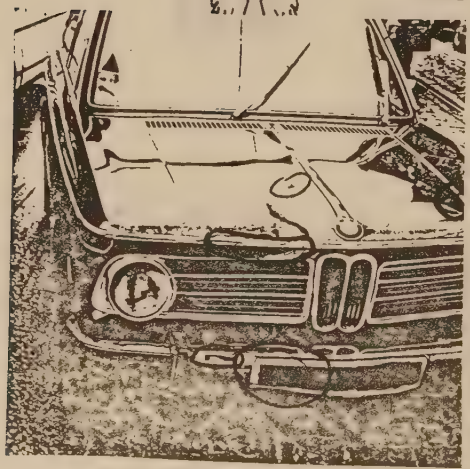
Opel Record

Motorhaube vorne links neben der Mitte etwas eingedrückt.

1. 8J, m, 1,33m (28kg)
2. 30 - 40 km/h, nicht gebr. (hinterherfahrender Kfz-Lenker)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Kopf)
6. ca. 4 m

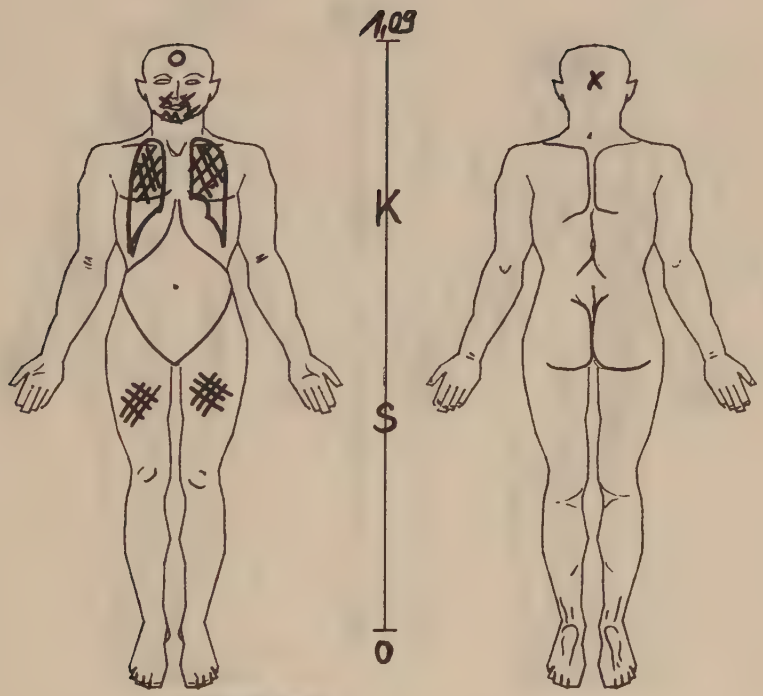
Abb. 22: Fallgruppe III, S 18

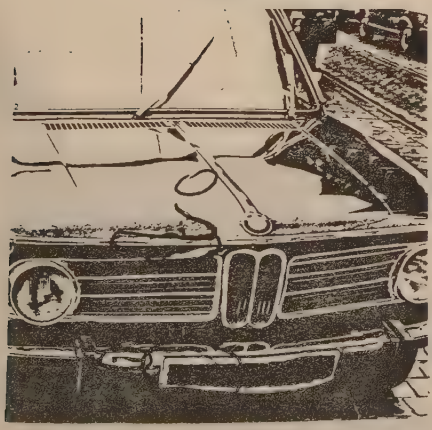




1. 4J, w, 1,09m, 18kg
2. 45 km/h (Gutachter), gebr.
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 2 (Abdomen)
6. 10 m

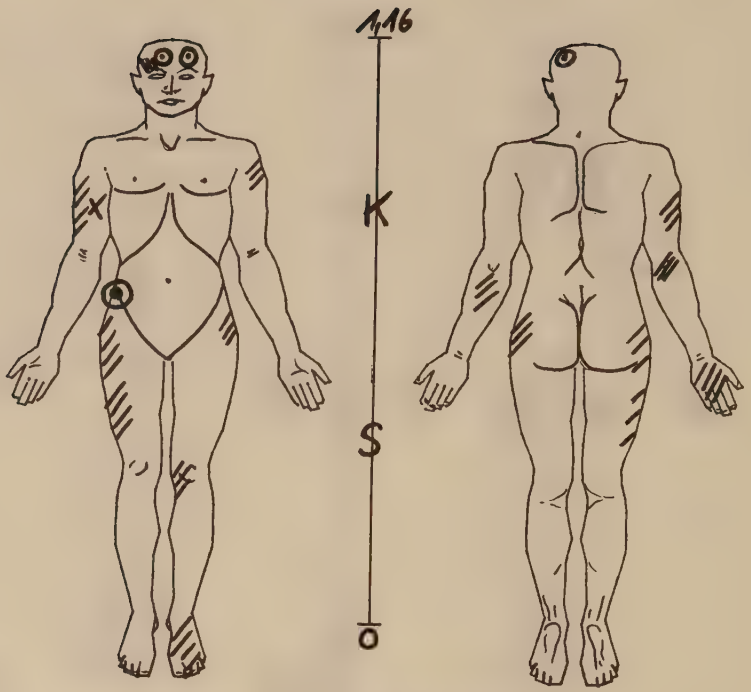
Abb. 23: Fallgruppe III, S 20

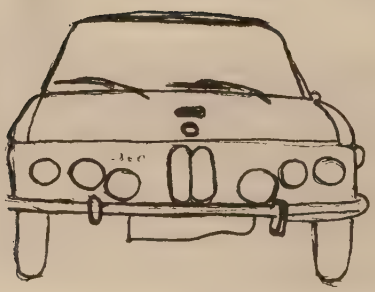




1. 4J, w, (1,09m), (18kg)
2. 45 km/h (Gutachten), gebr.
3. li - re
4. re fronto-lateral
5. AIS 3 (Kopf u. Brust)
6. 15 m

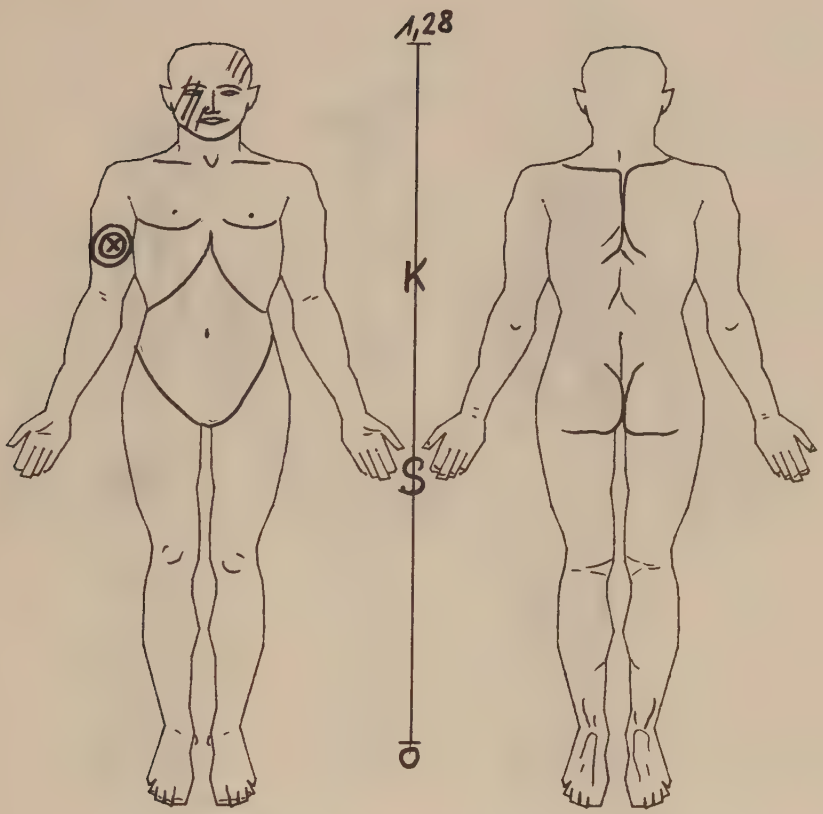
Abb. 24: Fallgruppe III, S 21

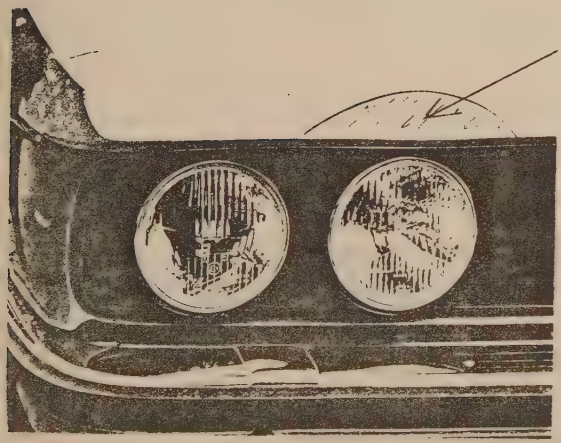




1. 4J, m, 1,16m, 17,8kg
2. ca. 62 km/h (Gutachten), nicht gebremst
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. ca. 25 m

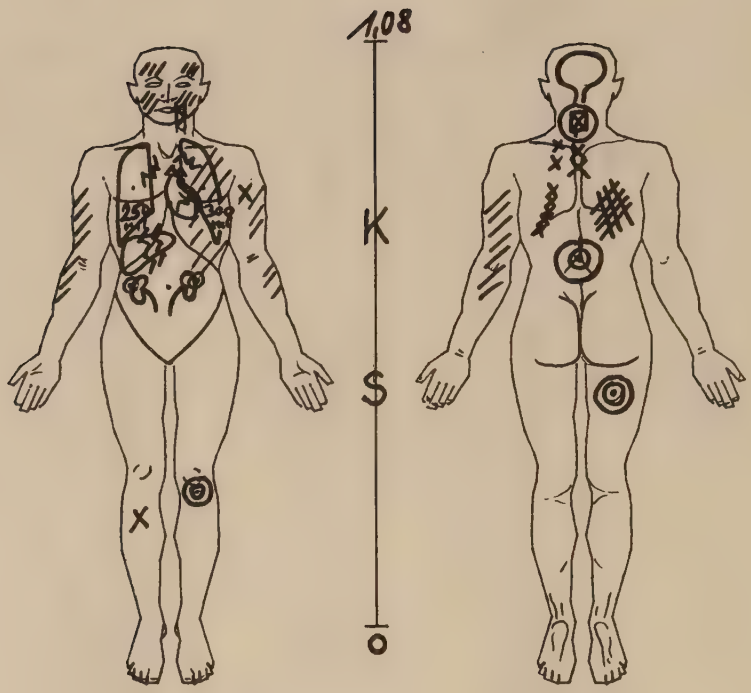
Abb. 25: Fallgruppe III, RM 22





1. 7J, m, 1,28m, 25,9kg
2. knapp unter 40 km/h (Gutachten), nicht gebr.
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 2 (Extremitäten)
6. 15 m

Abb. 26: Fallgruppe III, S 23

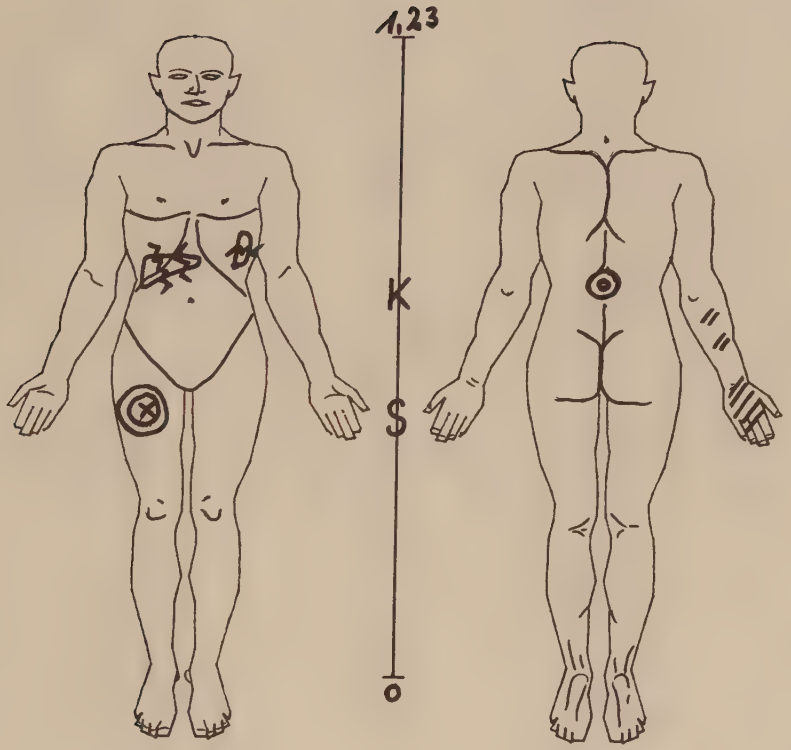


Ford Taunus

Bild nicht verwertbar, da Kfz nach dem Unfall gegen einen Baum fuhr.

1. 5J, m, 1,08m, 18kg
2. ca. 70 km/h (Fahrer),nicht gebremst
3. re - 1[illegible]
4. re lateral, li dorsal
5. TU: Z.L.
6. ?

Abb. 27: Fallgruppe III, RM 25

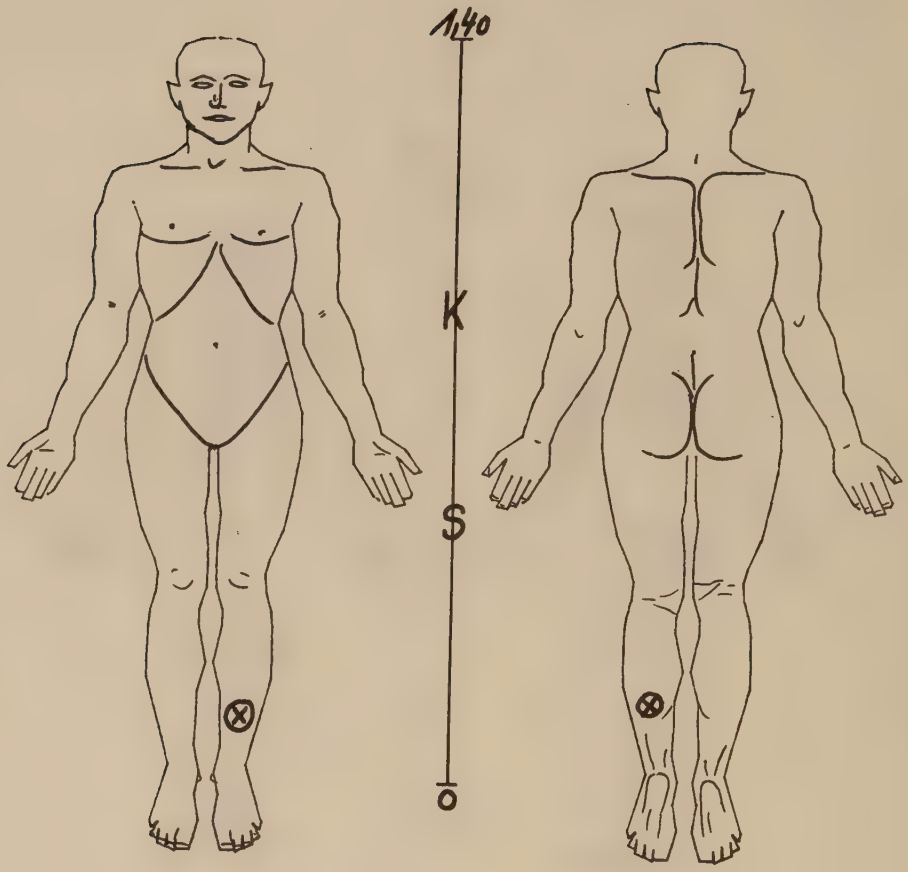


Ford Taunus GXL

Vorderes Kennzeichen leicht verbogen, Stoßstange leicht nach hinten gedrückt. Lackabrieb an der vorderen Schürze.

1. 6J, m, (1,23m), (23,5kg)
2. unter 40 km/h (Gutachter)
3. re - li (Kind kehrte um)
4. re lateral
5. TU: Herz- u. Kreislaufversagen b. inneren Verletzungen
6. zu Boden gestossen und überrollt

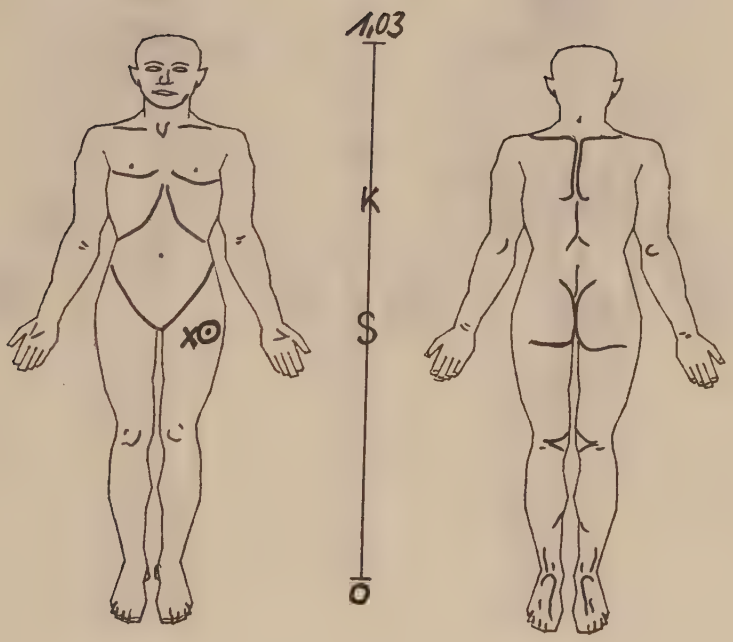
Abb. 28: Fallgruppe III, RM 27



Ford Taunus
Keine Beschädigung.

1. 10J, w, (1,40m), (32kg)
2. ca. 30 km/h (mehrere Zeugen), nicht gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Extremitäten)
6. -

Abb. 29: Fallgruppe III, S 30

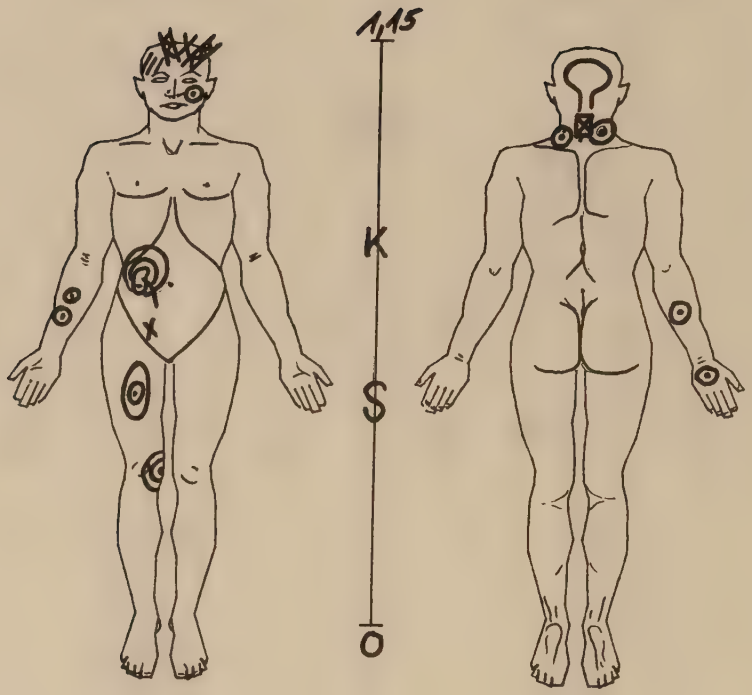


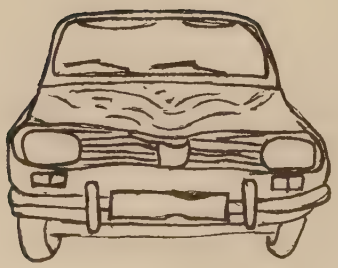
Renault 10

Linke Seite von der Frontpartie war leicht eingedrückt.

1. 3J, w, (1,03m), (16kg)
2. 36 km/h (Gutachter)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Extremitäten)
6. -

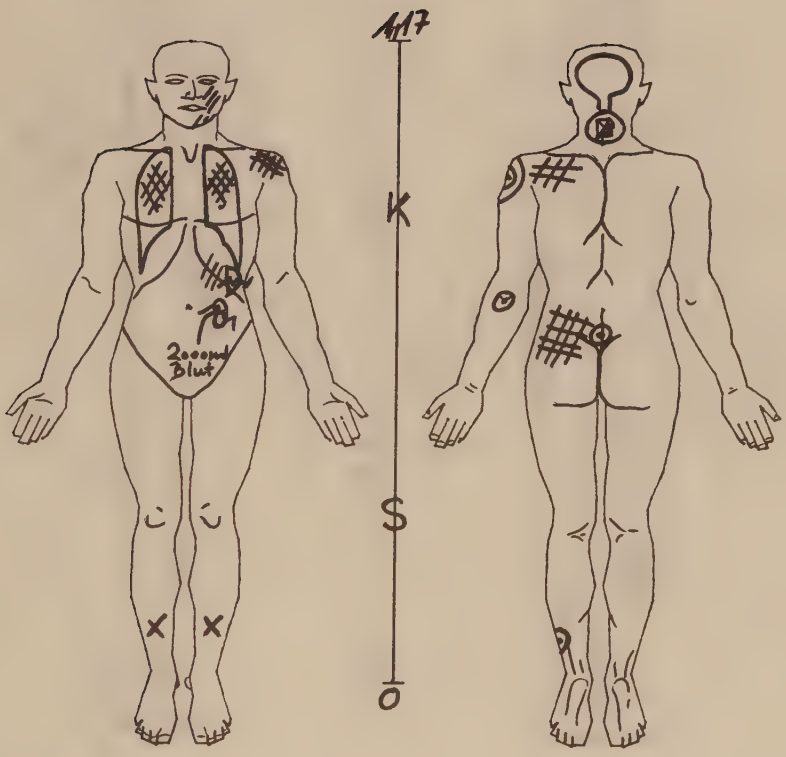
Abb. 30: Fallgruppe III, S 31





1. 5J, w, 1,15m, 20,8kg
2. 72 km/h (Gutachter) gebr., 24,9 m Blockierspur
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. ?

Abb. 31: Fallgruppe III, RM 32

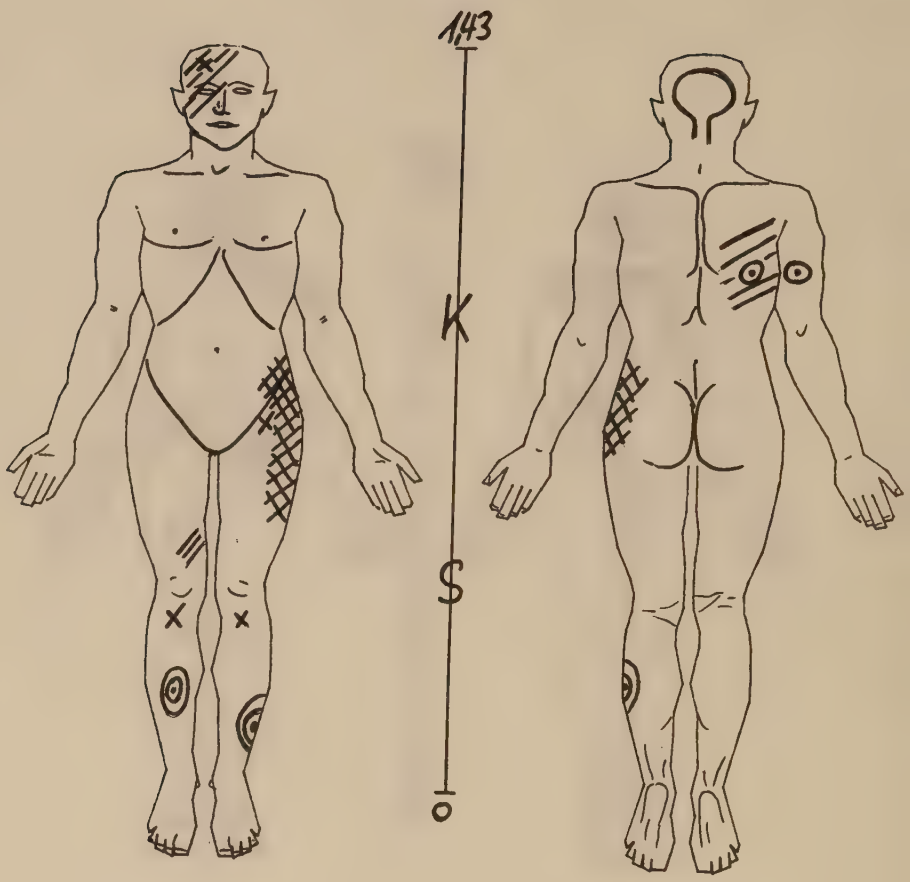


Mercedes

Kühlergrill eingedrückt, die Motorhaube zeigte mehr vorne links eine faustgroße Eindellung.

1. 4J, w, 1,17m, (20kg)
2. ca. 50 km/h, nicht gebr.
3. re - li
4. li frontolateral
5. TU: Z.L.
6. 15 m

Abb. 32: Fallgruppe III, I 33

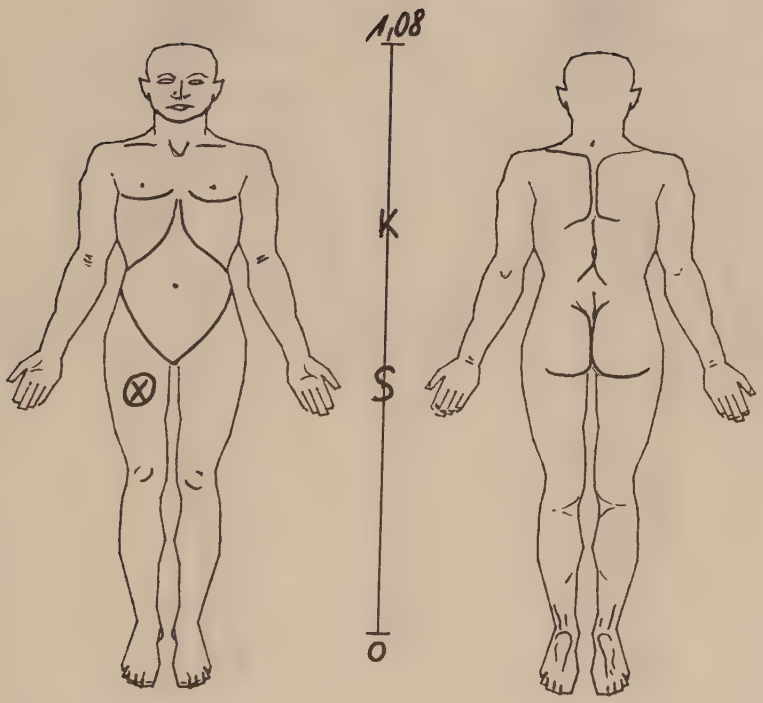


Mercedes

Rechter Scheinwerfer beschädigt, daneben größere Eindellung, die bis zur Kante reicht.

1. 9J, w, 1,43m, 33kg
2. über 60 km/h (Gericht)
3. re - li
4. li lateral
5. TU: Z.L.
6. 15 m

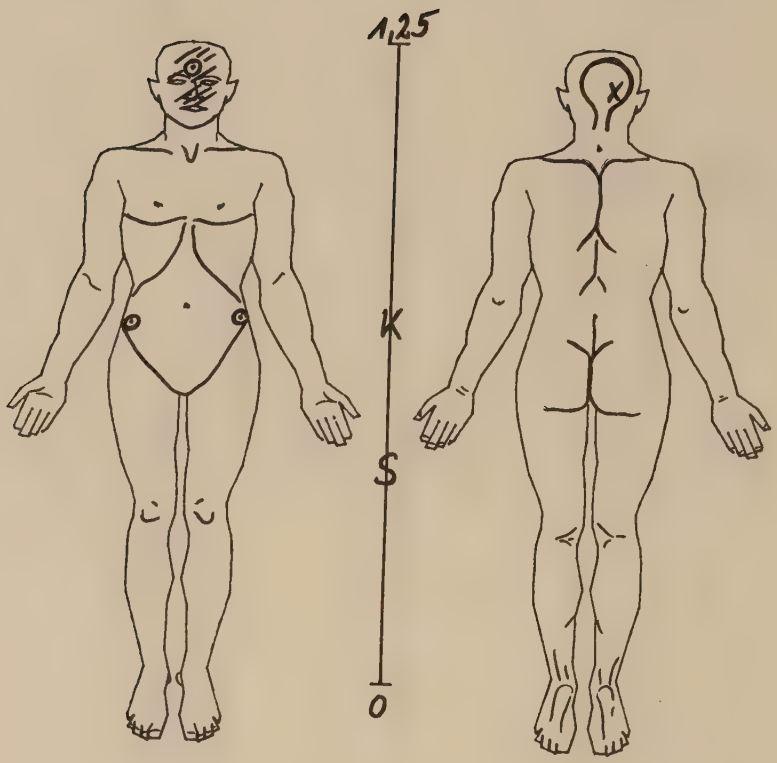
Abb. 33: Fallgruppe III, I 34



Peugeot
Keine Beschädigung.

1. 4J, w, 1,08m, (17kg)
2. ca. 30 km/h, gebremst, 2,1 m Bremsspur
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 3 (Extremitäten)
6. -

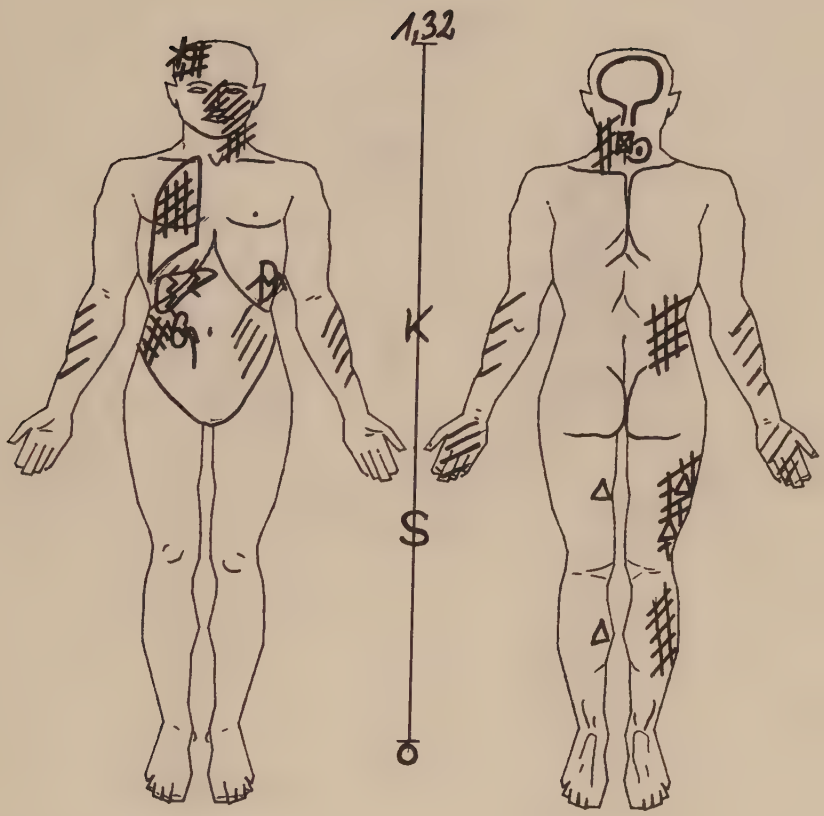
Abb. 34: Fallgruppe III, S 37



Peugeot 304
Keine Beschädigung.

1. 7J, m, (1,25m), (24kg)
2. 30 - 40 km/h (Gutachten)
3. re - li
4. li frontolateral
5. AIS 3 (Kopf)
6. unbekannt

Abb. 35: Fallgruppe III, S 38

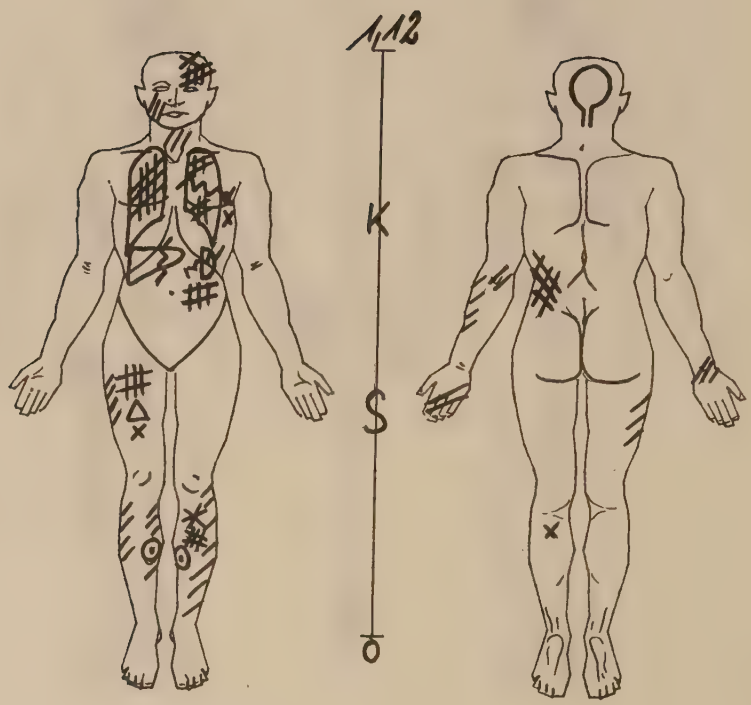


Peugeot 304

An der Frontpartie erhebliche Deformierung, ca. fußballgroße Eindellung auf der Motorhaube.

1. 8J, m, 1,32m, 23kg
2. ca. 95 km/h (Polizei)
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. 40 m mitgeschleift

Abb. 36: Fallgruppe III, I 39

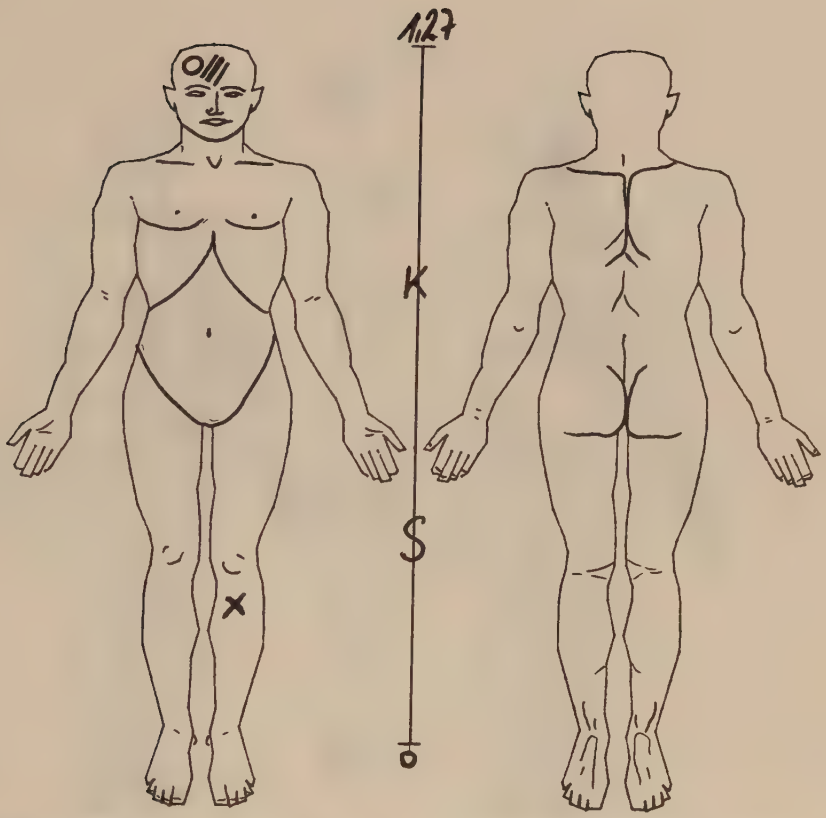


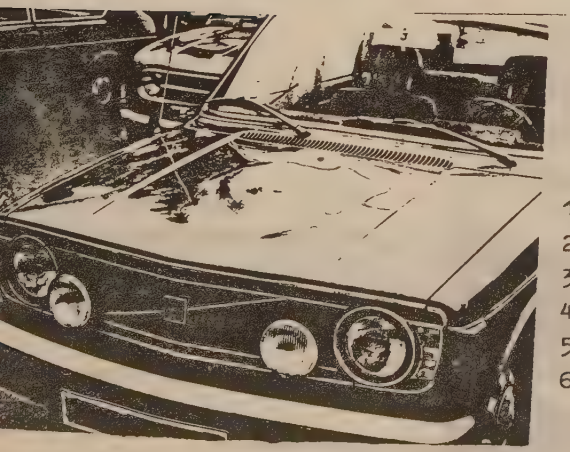
Volvo

Die Frontpartie war links neben dem Scheinwerfer stärker eingedrückt. Die Stoßstange leicht nach hinten gebogen.

1. 4J, w, 1,12m, 30kg
2. über 80 km/h (Gericht)
3. re - li
4. li laterofrontal
5. TU: Z.L. mit Herz- u. Kreislaufversagen
6. ?

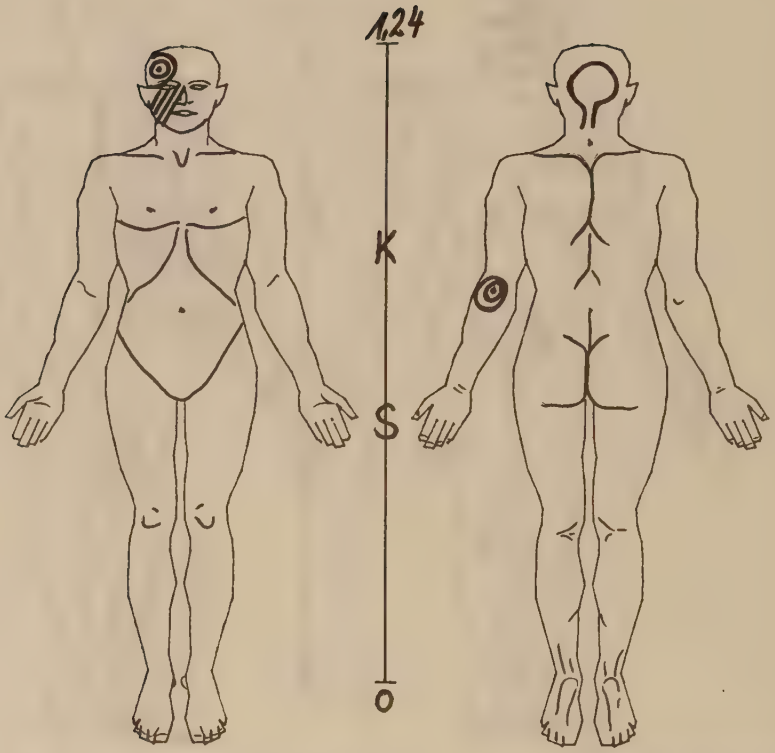
Abb. 37: Fallgruppe III, I 40





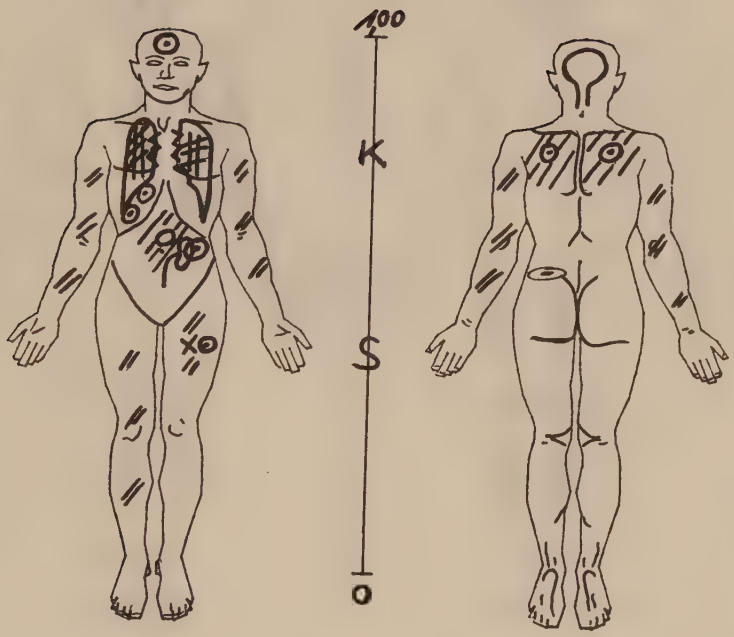
1. 7J, m, 1,27m, 25kg
2. ca. 50 km/h (Zeuge)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 2 (Extremitäten)
6. ca. 10 m

Abb. 38: Fallgruppe III, S 41



1. 7J, m, 1,24m, 23kg
2. 40 - 50 km/h (Polizei)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 5 (Kopf, Randstein)
6. seitlich weggestossen

Abb. 39: Fallgruppe III, S 45

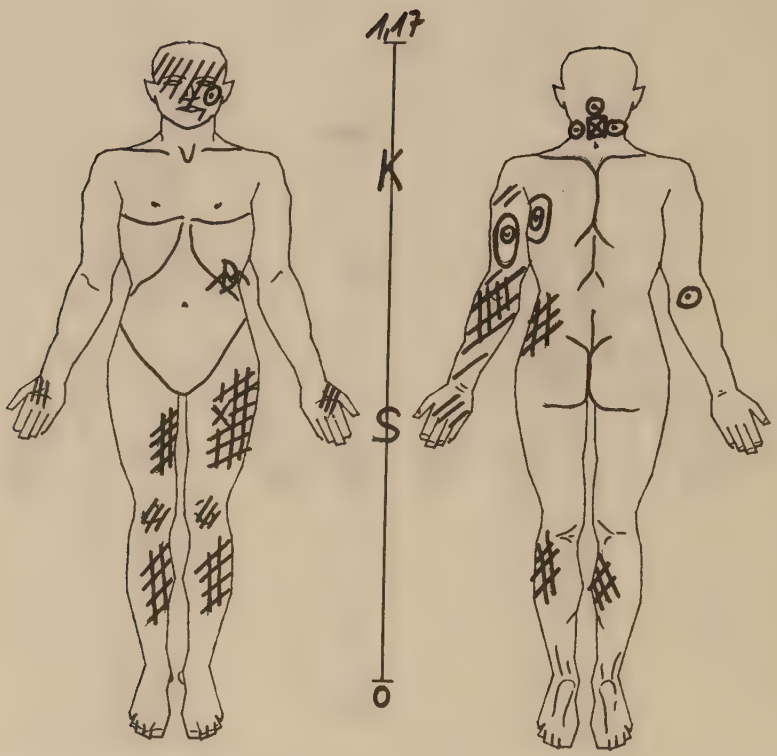


Simca

Der rechte Scheinwerfer war zertrümmert. Die Motorhaube war auf einer größeren Fläche eingedellt. An der Stoßstange fanden sich Stoffmuster und Wischspuren.

1. 4J, m, 1m, 13kg
2. über 70 km/h, nicht gebr.
3. re - li
4. li frontolateral
5. TU: Z.L.
6. ?

Abb. 40: Fallgruppe III, RM 46

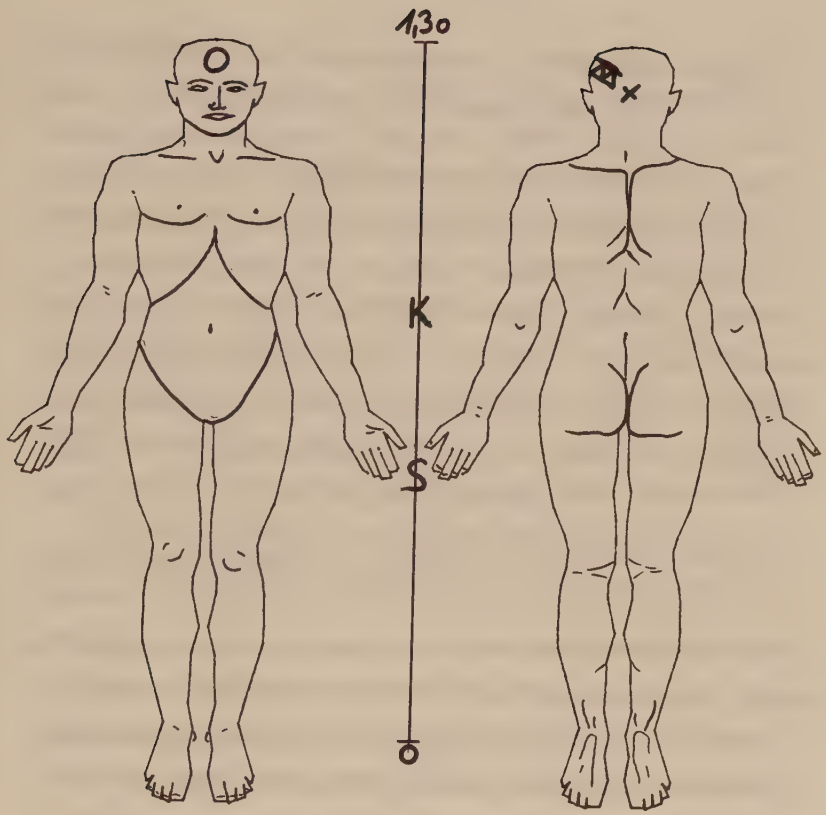


Range Rover

Frontpartie beschädigt (undeutliches Unfallfoto).

1. 7J, m, 1,17m, (21kg)
2. 50 - 60 km/h (Polizei)
3. re - li
4. li lateral
5. TU: Z.L.
6. 19 m

Abb. 41: Fallgruppe III, 1 47



Opel Kadett

Kante an der Front des rechten Kotflügels oberhalb des Scheinwerfers eingedrückt. Rechter Scheinwerfer geborsten.

1. 8J, w, 1,30m, 25kg
2. ca. 40 km/h (Zeugen, Polizei), gebremst, 20,5m
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 5 (Kopf)
6. seitlich ca. 3 m weggeschleudert

Abb. 42: Fallgruppe III, S 52

D: Verletzungsmuster der Fallgruppe IV (7 Fälle)
dazu Abbildungen 43 - 49

Zwei Unfallfahrzeuge sind abgebildet, bei den übrigen ist der entstandene Schaden beschrieben. Ein Fahrzeug blieb ohne Beschädigung. Bei den meisten Fahrzeugen handelt es sich hier um VW-Käfer, bei denen, falls der Anstoß seitlich erfolgte, die Scheinwerfer zertrümmert waren und der entsprechende Kotflügel eine Eindellung aufwies. Schlug das Kind auf den Kofferraumdeckel auf, so entstand hier entsprechend der Aufprallwucht eine Beschädigung. An den Stoßstangen waren bei den VW-Käfern keinerlei Kollisionsfolgen festzustellen.

Charakteristik: Kollision von Fahrzeugen mit abgeschrägter Frontpartie (z.B. VW-Käfer) und Kindern verschiedenen Alters. Primäranstoß praktisch immer unter der Rotationsachse (Becken). Aufladen des Kindes in mehr oder minder sitzender Position, bei dorsalem Anstoß, oder seitliches Aufschlagen auf der Motorhaube, bei lateralem Anstoß.

Zu erwartende Belastungen:

Primärkontakt:

Unter-/Oberschenkel - Stoßstange

Sekundärkontakt:

Oberkörper/Kopf - Frontpartie / Rahmen der Frontscheibe

Auswertung:

Kopf- und Halsregion: In 6 der 7 Fälle fanden sich Verletzungen am Kopf. Die leichteste Verletzung dabei war eine Augenbrauenabschürfung, während die beiden Schwerstbetroffenen eine offene Schädelfraktur mit Gehirngewebsaustritt und eine Luxation des Atlanto-Occipital-Gelenks mit Hirnkontusion davontrugen.
In den 3 anderen Fällen war bei einem Kind das Schädeldach, beim anderen der Oberkiefer und Zähne gebrochen, und beim dritten erfolgte eine Schürfung der linken Gesichtshälfte mit Schädel-Hirntrauma 1^{o} - 2^{o}.

Thorax und Abdomen: An äußeren Verletzungen kamen in diesem Bereich lediglich 2 Abschürfungen, einmal mit Untertaschung zur Notiz. In einem einzigen eben dieser Fälle war der knöcherne Thorax in Form von einer Rippenserienfraktur verletzt.
In 4 Fällen waren innere Organe betroffen: je einmal eine Nieren- und Leberkontusion, zweimal eine Lungenkontusion, einmal mit einer Milzruptur verbunden.

Beckenregion: Das knöcherne Becken war in keinem Fall gebrochen. Bei einem Kind fand sich eine tiefe Weichteilverletzung, bei einem weiteren ein großes Hämatom an der hinteren Beckenschaufel.

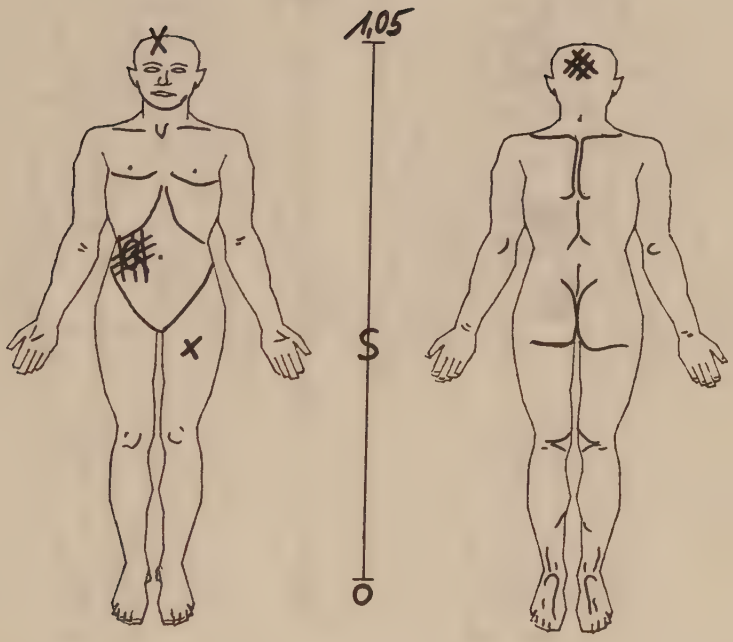
Obere Extremitäten: Bei einem Fall kam es zu einer Blutunterlaufung im Oberarmbereich.

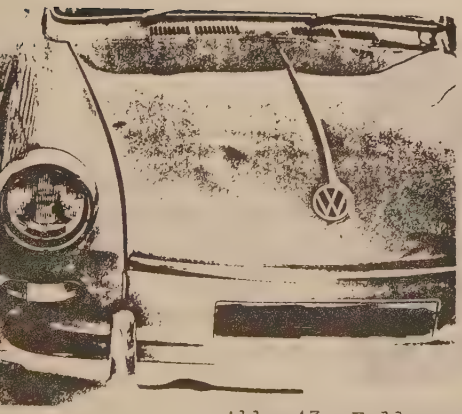
Untere Extremitäten: Hier war einmal der Ober- und einmal der Unterschenkel gebrochen. Ansonsten fand sich nur noch in einem Fall eine über Ober- und Unterschenkel ausgedehnte Abschürfung.

Diskussion:
6 der 7 Unfälle ereigneten sich innerhalb geschlossener Ortschaften, der andere auf einer Landstraße, wobei bei ersteren einmal die Höchstgeschwindigkeit überschritten wurde. Wie von der Fahrzeugkonstruktion zu erwarten war, erfolgt der Primäranstoß nur durch die Stoßstange, was aber, wie sich zeigte, nicht heißen muß, daß dadurch immer eine Verletzung gesetzt wird. So wurde nur in einem Fall eine Oberschenkelfraktur durch die Stoßstange verursacht. Auch wenn die verunglückten Kinder in allen Fällen mit größter Wahrscheinlichkeit primär aufgeladen wurden, was aus der Kfz-Beschädigung ersichtlich wurde, kamen auch hier Wurfweiten bis zu 30 m vor. Daß die Wurfweiten hier ebensowenig zum Tragen kommen wie in den anderen Gruppen braucht nicht extra erläutert werden. Ausschlaggebend ist also auch hier der Kontakt mit dem Fahrzeug. So werden kleinere Kinder, wie z.B. im Fall S 1 und S 2, auf die vordere Frontpartie aufgeladen und schlagen dort mit dem Kopf und Oberkörper auf. Kommt es bei dieser Art von Unfallmechanik noch zu einem Kontakt mit hervorstehenden Teilen, wie z.B. Scheinwerfer oder Blinker (ältere VW-Modelle), so kann es leicht, wie bei Fall S 2,

zu Weichteilverletzungen durch den Scheinwerferring oder zu Kontusionen innerer Organe durch den Blinker kommen. Werden wie im Fall I 5 und I 17 ältere Kinder aufgeladen, erfolgt besonders bei höheren Geschwindigkeiten der Sekundärkontakt mit der Rahmenkante der Frontscheibe. Vollzieht sich der Anstoß mehr in Kotflügelgegend (Fall I 5), wird der Thorax durch die seitliche Rahmenkante traumatisiert. Gerade dieser Fall verdeutlicht den Kollisionsmechanismus bei dorsalem Anstoß, mit Aufladen in sitzender Position, Anstoß an die Rahmenkante mit dem Rücken und dann noch ein Abwurf über eine erhebliche Distanz. In diesem Fall kommt auch noch ein Schleudertrauma hinzu, was darauf schließen läßt, daß der Kopf das Dachniveau überragt hat. Etwas anders liegt der Vorgang im Fall I 7, bei dem das Kind seitlich erfaßt wurde. Der Kopf dürfte hier auf die Rahmenkante aufgeschlagen und offen frakturiert worden sein, während der Thorax mehr flächig geprellt wurde, wobei die Verletzungen von Schulter und Oberarm darauf hinweisen, daß diese den Hauptanstoß unter anderem mit abfingen. Abgesehen von diesen beiden Unfällen, die bei höheren Geschwindigkeiten verursacht wurden, kam es bei den übrigen Fällen kaum zu einer massiveren Verletzung im Thorax- und Abdomenbereich. Es scheint also bei dieser Fahrzeugkonstruktion bei nicht zu hohen Geschwindigkeiten mehr eine Traumatisierung des Kopfes zu erfolgen als eine Verletzung eines anderen

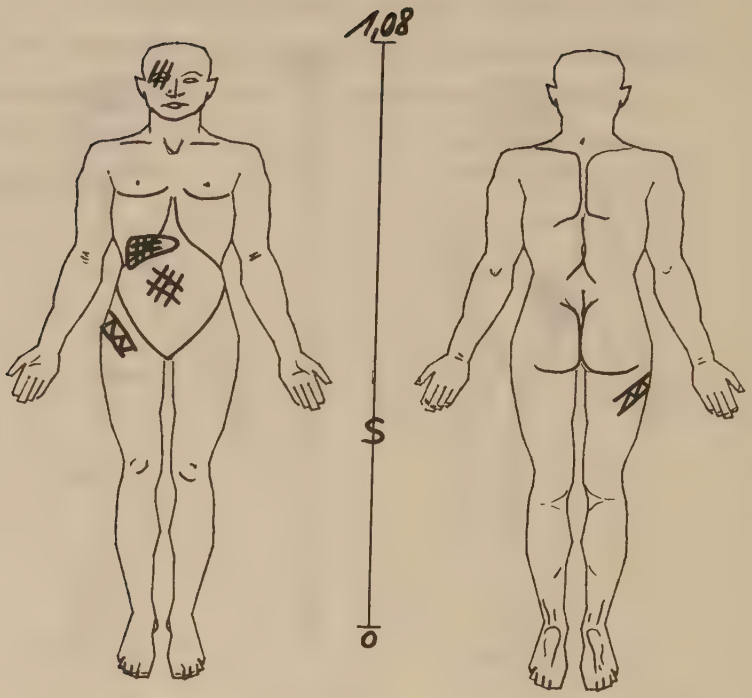
Körperteils. Des weiteren ist es auch auffällig, daß nur in einem einzigen Fall die untere Extremität durch die Stoßstange stärker verletzt wurde, ja sogar bei höheren Geschwindigkeiten keinerlei Anprallverletzungen (z.B. Fall I 5) nachzuweisen waren. Doch hierauf sei an späterer Stelle ausführlicher eingegangen.

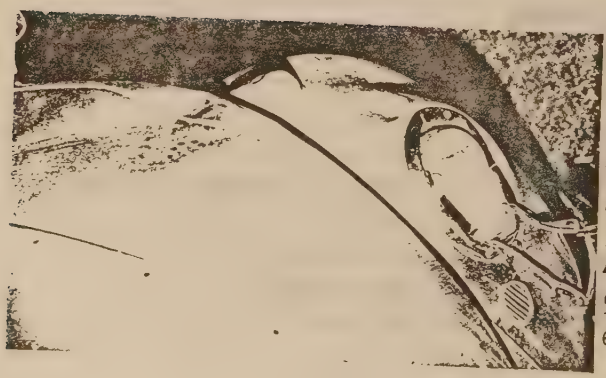




1. 4J, m, 1,05m, 17kg
2. 40 km/h, gebremst (Polizei)
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 4 (Kopf)
6. ca. 20 m

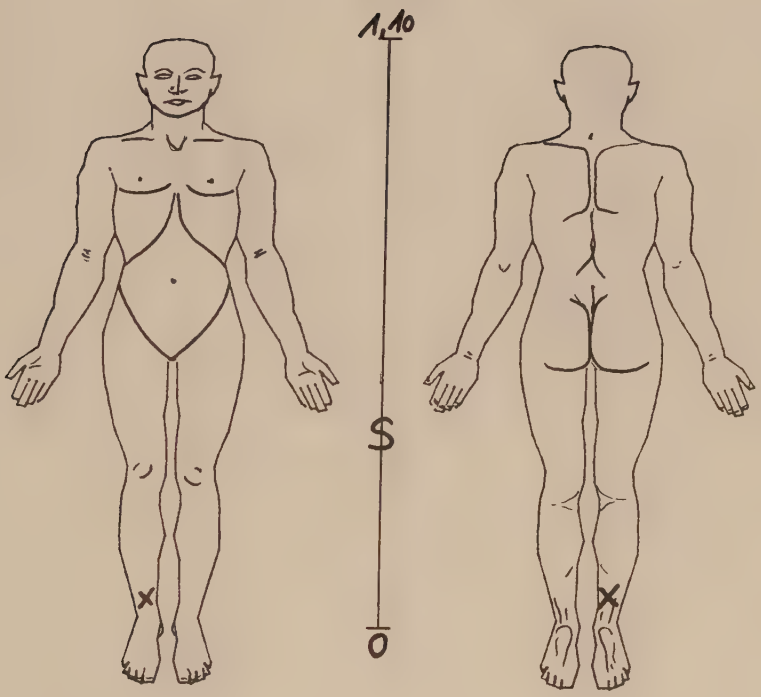
Abb. 43: Fallgruppe IV, S 1





1. 4J, m, 1,08m, 17,8kg
2. 49 km/h (Gutachten), gebr
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 3 (Abdomen)
6. ca.18 m

Abb. 44: Fallgruppe IV, S 2

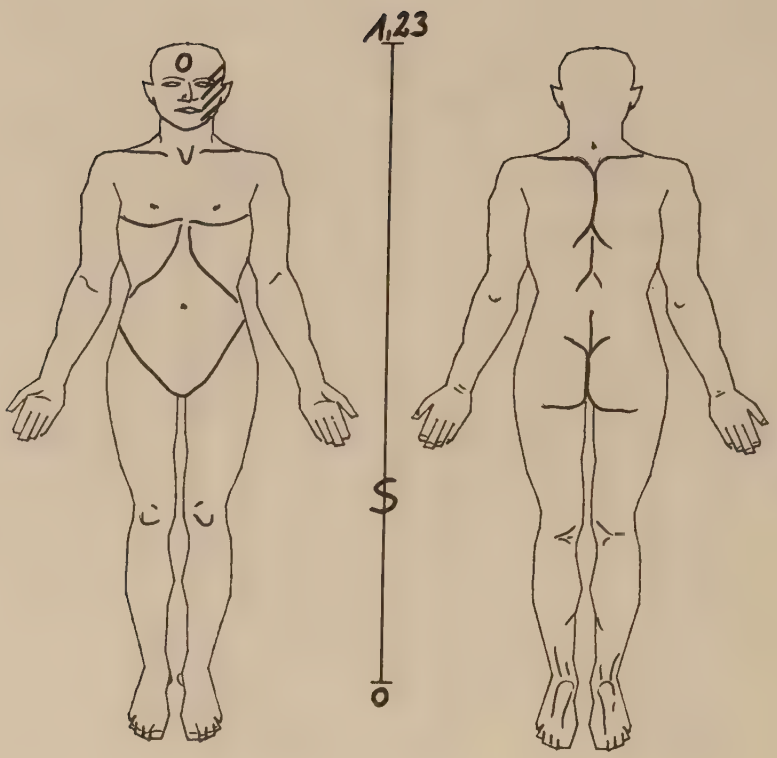


VW Käfer

Vorderer rechter Kotflügel leicht eingedrückt.

1. 4J, w, 1,10m, 18,3kg
2. ca. 30 km/h, gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 3 (Extremitäten)
6. -

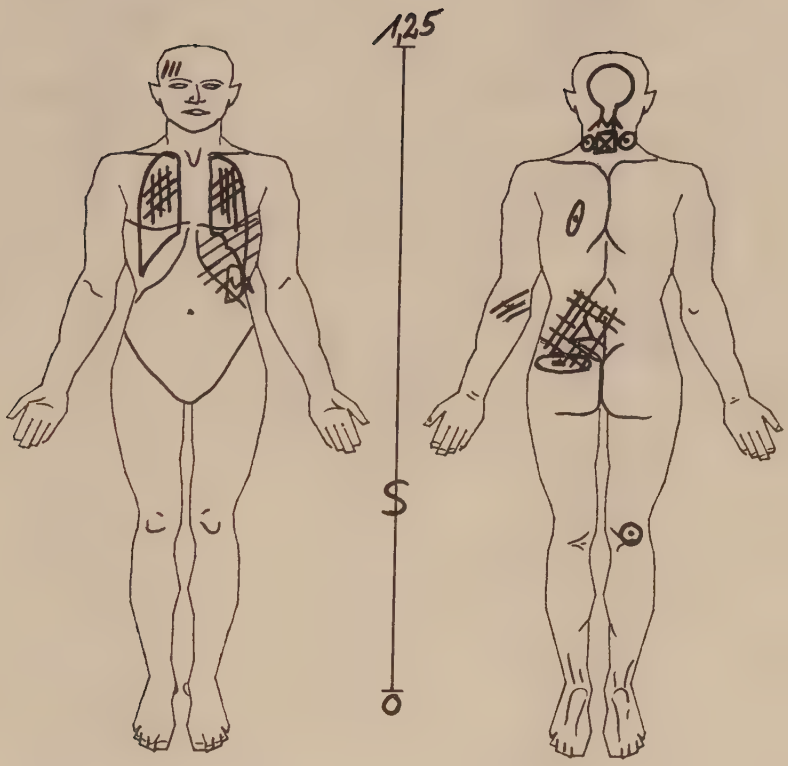
Abb. 45: Fallgruppe IV, S 3



VW Käfer
Keine Beschädigung.

1. 7J, m, 1,23m, 23,5kg
2. 20 - 25 km/h (Gutachten) gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 1 (Kopf)
6. -

Abb. 46: Fallgruppe IV, S 4

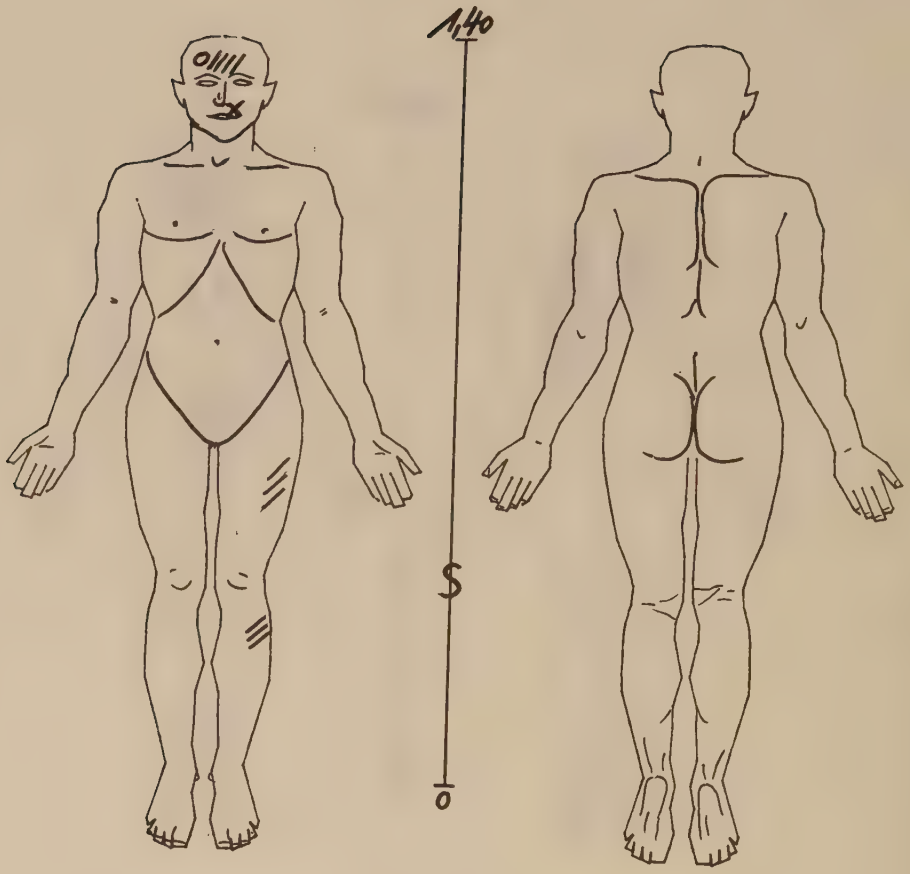


VW Käfer

Rechter Scheinwerfer zertrümmert.
Delle auf dem Kofferraumdeckel.
Scheibenwischer verbogen.

1. 7J, w, 1,25m, 24kg
2. um 90 km/h
3. re - li
4. li dorso-lateral
5. TU: Z.L.
6. ca. 30 m

Abb. 47: Fallgruppe IV, I 5

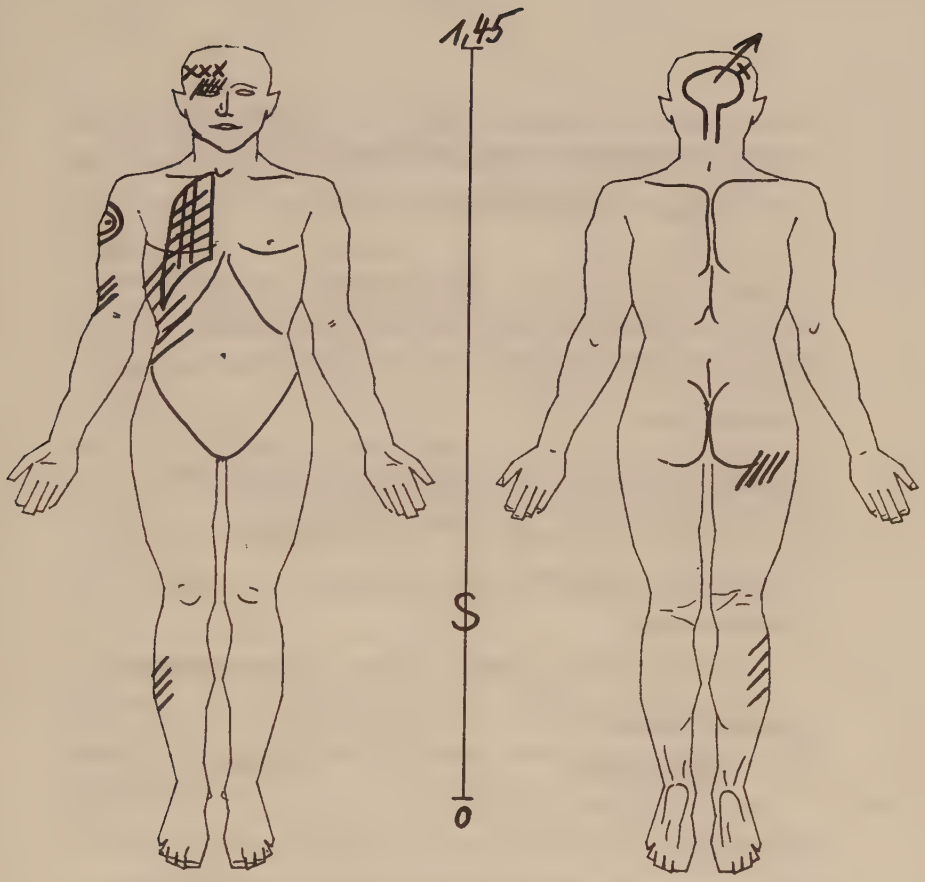


VW Käfer

Rechter Scheinwerfer zertrümmert, am vorderen rechten Kotflügel 50 cm vom Scheinwerfer befindet sich eine Delle.

1. 10J, m, (1.40m), (32,4kg)
2. 35 - 40 km/h, gebremst
3. re - li
4. li lateral
5. AIS 1 (Kopf)
6. ca. 8-9 m

Abb. 48: Fallgruppe IV, S 6



VW Käfer

Linker vorderer Kotflügel massiv eingedrückt. Oberhalb der Frontscheibe zeigten sich Wischspuren und eine leichte Delle.

1. 9J, m, 1,45m, 35kg
2. unter 50 km/h
3. li - re
4. re lateral
5. TU: Z.L.
6. aufgeladen

Abb. 49: Fallgruppe IV, I 7

E: Verletzungsmuster der Fallgruppe V (8 Fälle)

dazu Abbildungen 50 - 57

Zu allen Fällen liegen gegebenenfalls nur Beschreibungen der Beschädigung vor, da ein eingetretener Schaden keine allzu großen Rückschlüsse auf Verletzungen zuläßt.

Charakteristik: Die verunglückten Kinder liefen seitlich gegen ein fahrendes Fahrzeug.

Zu erwartende Belastungen:

Primärkontakt:

Ganzer Körper, speziell Kopf - Fahrzeugseite

Sekundärkontakt:

Ganzer Körper - Straße

Auswertung:

Kopf- und Halsbereich: Von 7 der 8 Fälle fand sich eine Verletzung am Kopf, wobei immer das Gesicht in Mitleidenschaft gezogen wurde. In 3 dieser Fälle ergab sich eine Schädelprellung mit Hämatom oder Abschürfung im Gesicht/Stirnbereich. Einmal wurde das Schädeldach, in einem weiteren Fall Unter- und Oberkiefer mehrfach frakturiert. In den beiden übrigen Fällen wurde der Schädel eröffnet und es kam zum Austritt von Hirngewebe.

Thorax und Abdomen: In einem einzigen Fall war dieser Bereich in Mitleidenschaft gezogen worden: Rippenprellung, Schlüsselbeinbruch, Zwerchfell- und Milzruptur.

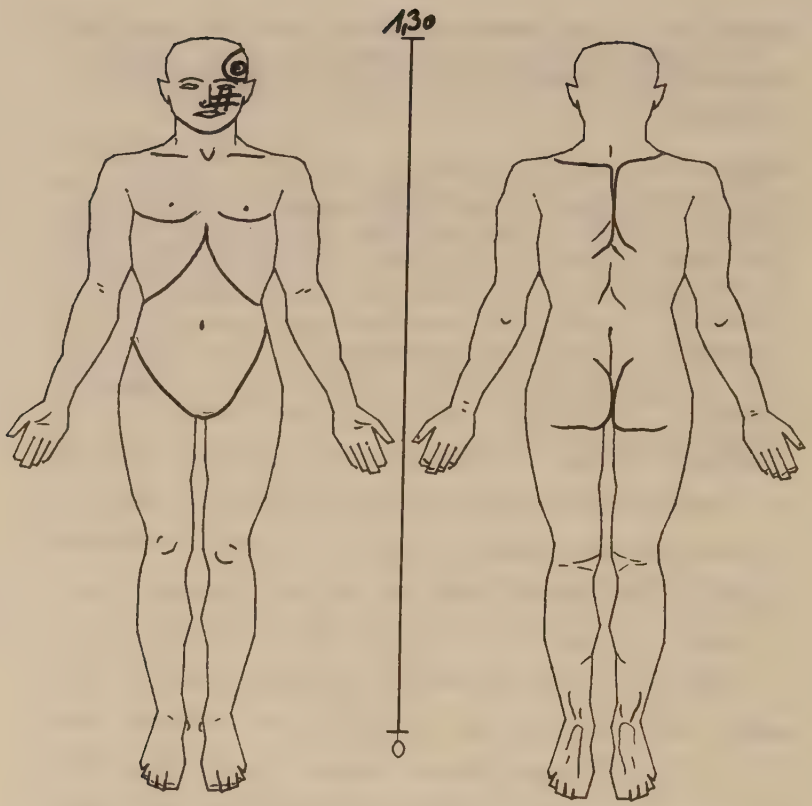
Extremitäten: Die oberen Extremitäten wurden bis auf einen Bluterguß am Ellenbogen in keinem der Fälle verletzt.
Bei den unteren Extremitäten wurde bei 3 Fällen eine Unterschenkelfraktur gefunden, wobei es jedesmal zu einer offenen Fraktur kam. In einem weiteren Fall war eine Prellmarke oberhalb des Knies blutunterlaufen.

Diskussion:
Aufgrund der Verletzungsbilder ergab sich, daß beim Anprall des kindlichen Körpers gegen die Fahrzeugseite der Thorax und die obere Extremität von dieser nicht verletzt werden. Hingegen wird der Kopf als frei beweglicher Körperteil durch die Eigenbewegung nach vorne geschleudert und prallt meist mit dem Gesicht gegen das Fahrzeug. Eigentümlicherweise zeigt sich bei zwei Verletzungsbildern (RM 8 und RM 56), daß die Verletzungen nicht auf der Seite zu finden sind, die der Fahrtrichtung des Fahrzeuges entspricht. Physikalisch ist diese Tatsache nicht nachzuvollziehen, denn dies würde bedeuten, daß der kindliche Körper beim Anprall gegen das Fahrzeug zu diesem hingedreht und nicht wie zu erwarten weggedreht würde. Zu erklären wäre dies

lediglich damit, daß das Kind im letzten Augenblick das Fahrzeug wahrgenommen und die Blickrichtung diesem zugewendet hat.

Die schweren Kopfverletzungen im Fall I 55 und RM 58, die hier auch die Todesursache waren, wurden mit größter Wahrscheinlichkeit nicht vom Fahrzeug, sondern von der Straße (Bordsteinkante) verursacht. Dasselbe gilt auch für die inneren Verletzungen bei Fall I 55. Bei diesem kann man direkt die Aufprallinie, angefangen beim Kopf über das Schlüsselbein und die Rippen fortgesetzt und an der Milz endend nachvollziehen. Handelt es sich um ein relativ großes Kind bei niedrigem Fahrzeug, kann es zu einer Konstellation kommen wie in Fall S 44, daß der Kopf sich nämlich in der Höhe der Regenrinne des Daches befindet, bzw. diese noch überragt. Dies bedeutet, daß der Kopf nicht gegen eine plane Fläche prallt, sondern gegen eine Kante. Hierdurch wird dementsprechend bei frontalem Aufprall das Gesicht und unter Umständen besonders die Zähne in Mitleidenschaft gezogen. Letztlich finden sich noch in 3 der 8 Fälle Frakturen des Unterschenkels, die nicht durch einen Straßenaufprall erklärbar sind. Man kann zu dem Schluß kommen, daß diese durch die Unterkante des Fahrzeugs entstanden sind: das sich in Bewegung befindende Fahrzeug erfaßt das Bein des laufenden Kindes - es wurde bei allen Fällen angegeben, daß das Kind lief - und setzt damit die Verletzung, was auch

durch die offene Fraktur erhärtet wird und sich auch Weichteilverletzungen immer an der Schienbeinkante befinden.
Erstaunlich ist aber auch die Tatsache, daß an der oberen Extremität keine Verletzungen zu finden sind, die darauf hindeuten, daß das Kind im letzten Moment noch versucht hat, sich mit den Händen abzustützen. Entweder war der Unfallhergang wirklich so schnell, oder diese Abstützreaktion bleibt letztlich ohne Verletzungsfolgen.

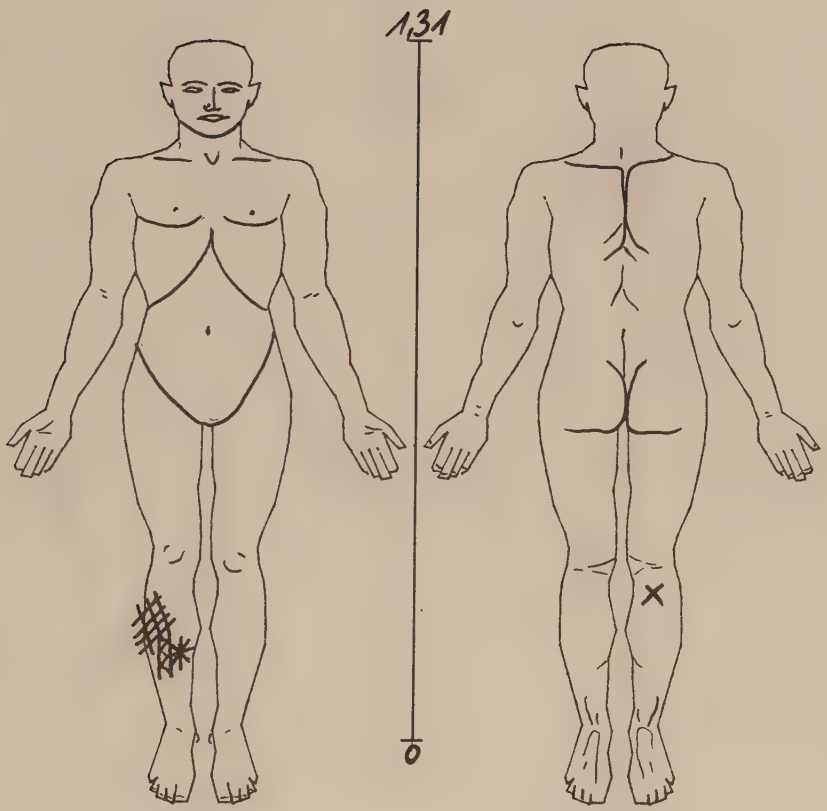


VW Porsche

Hinter dem linken Vorderrad befinden sich Kratzspuren, die Windschutzscheibe war unten links zerbrochen.

1. 8J, m, 1,30m, 26,9kg
2. ca. 30 km/h (Fahrer)
3. li - re
4. li lateral
5. AIS 1 (Kopf)
6. -

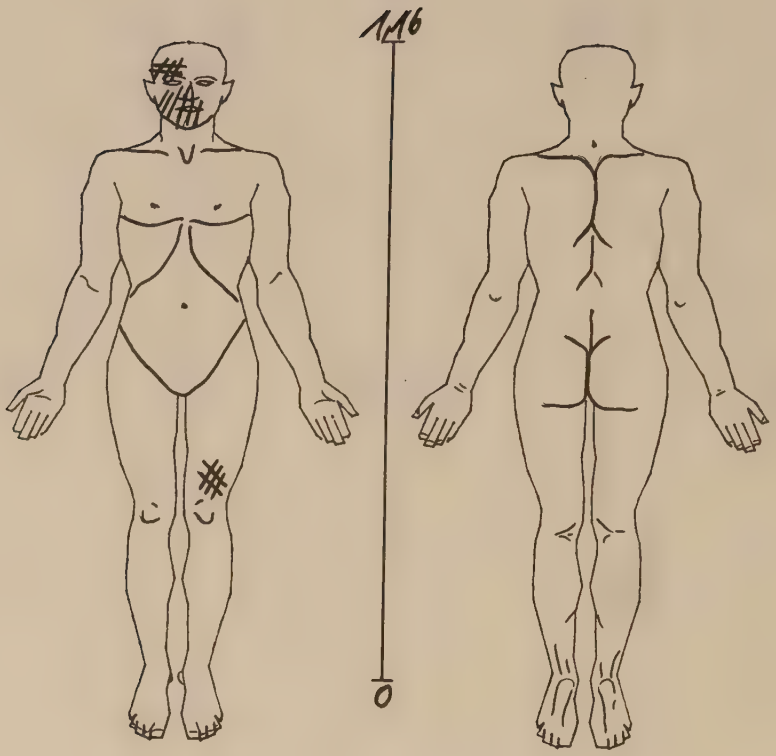
Abb. 50: Fallgruppe V, S 8



Ford Escort
Keine Beschädigung.

1. 8J, m, 1,31m, 27kg
2. ca. 40 km/h (Zeuge)
3. li - re
4. re lateral
5. AIS 3 (Extremitäten)
6. -

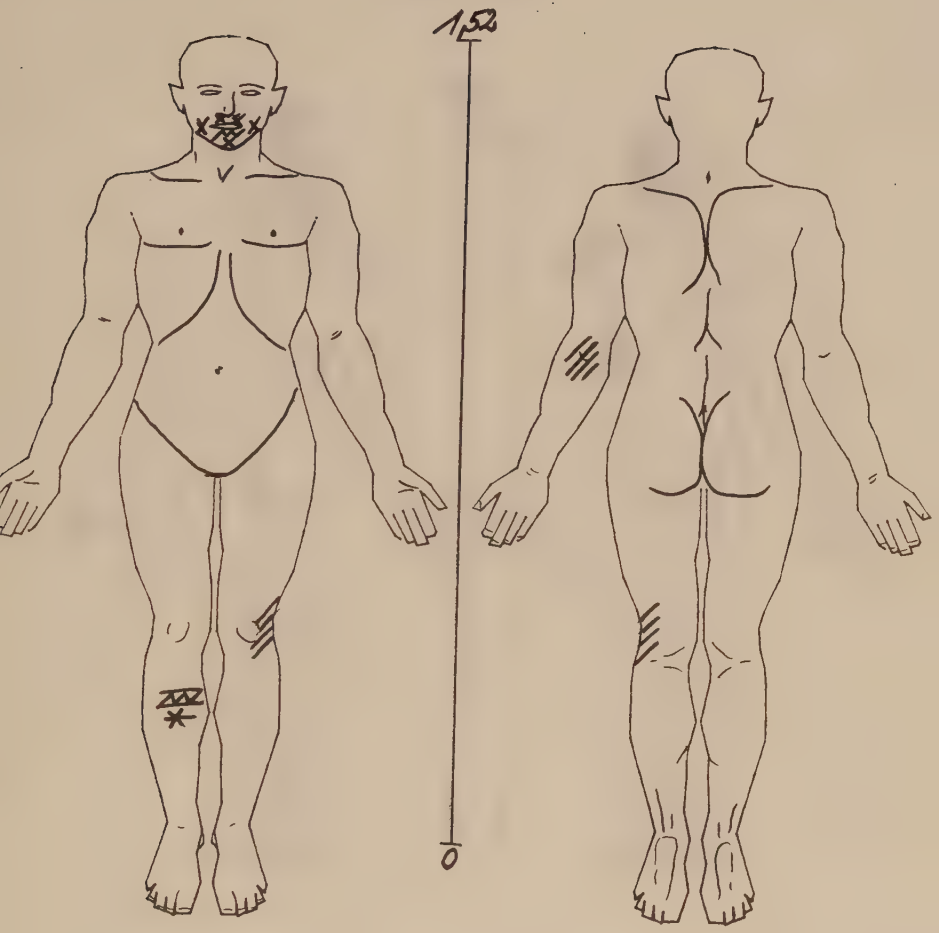
Abb. 51: Fallgruppe V, S 29



Fiat 128
Keine Beschädigung.

1. 5J, w, (1,16m), (20,6kg)
2. ca. 20 km/h
3. li - re
4. -
5. AIS 1 (allgemein)
6. -

Abb. 52: Fallgruppe V, S 43

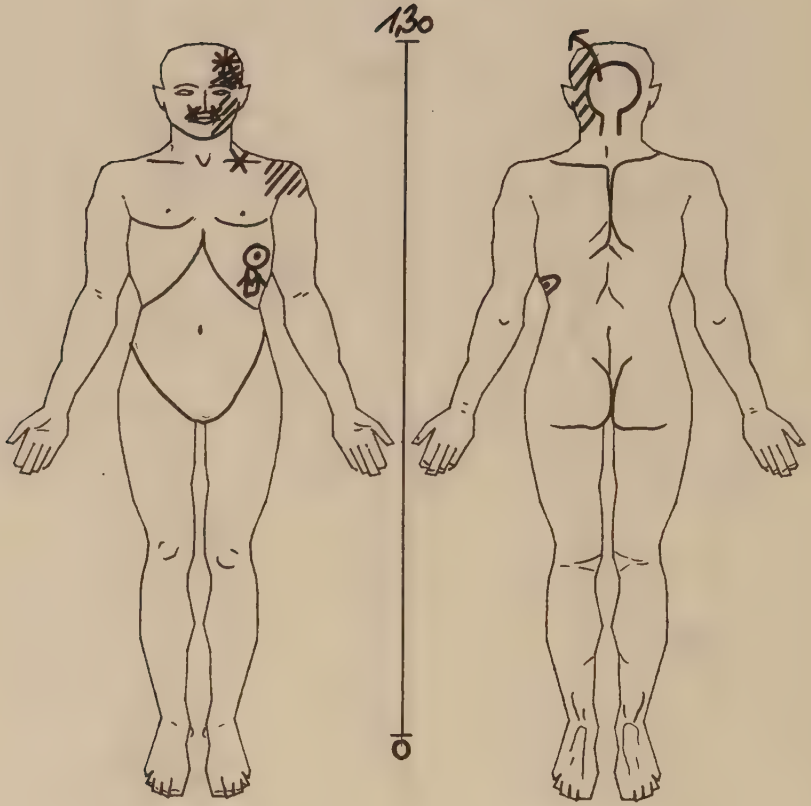


Fiat 850 Coupe

Rechte Beifahrertüre leicht eingedrückt.

1. 11J, w, 1,52m, (40kg)
2. 63 km/h (Gutachten)
3. re - li
4. frontal
5. AIS 3 (Kopf u. Extremitäten)
6. -

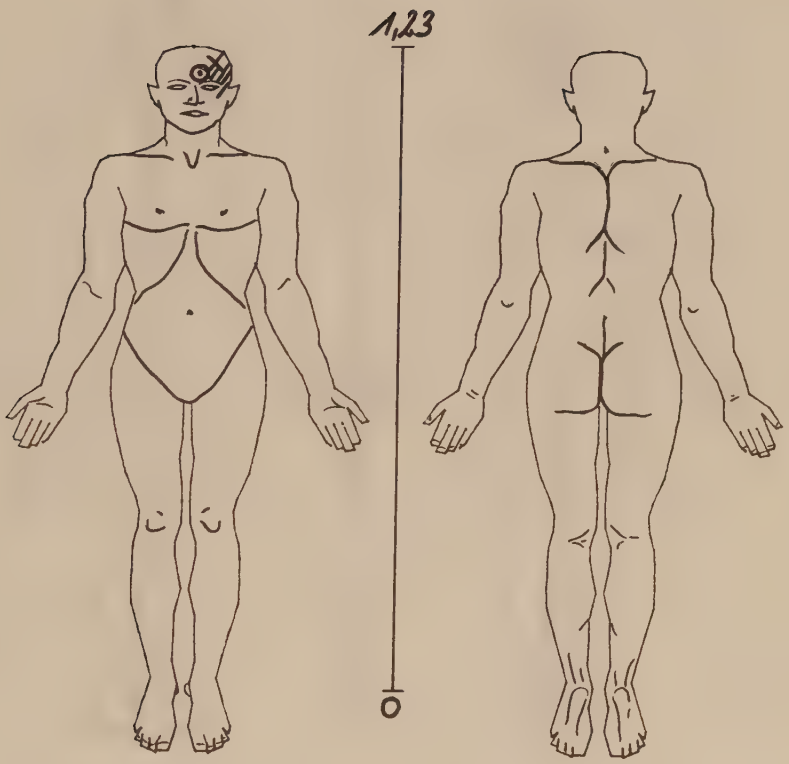
Abb. 53: Fallgruppe V, S 44



Lkw Fiat
Keine Beschädigung.

1. 6J, m, 1,30m, (25kg)
2. ?
3. re - li
4. -
5. TU: Z.L.
6. -

Abb. 54: Fallgruppe V, I 55

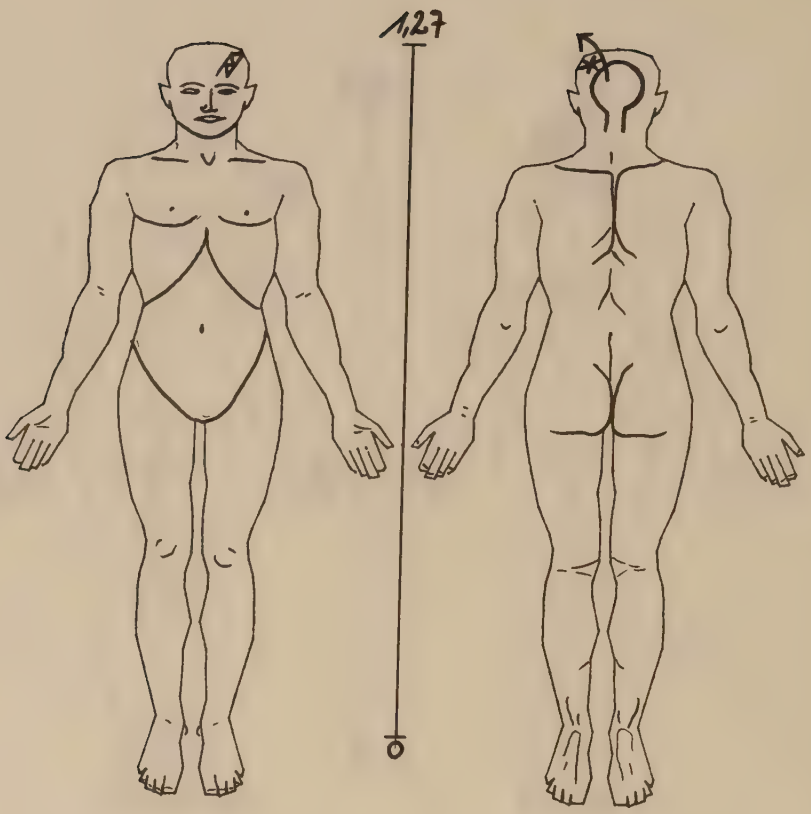


Lkw Hanomag

Kein Sachschaden, lediglich der Seitenspiegel wurde verstellt.

1. 6J, m, 1,23m, 23kg
2. ca. 20 km/h
3. li - re
4. -
5. AIS 2 (Kopf)
6. -

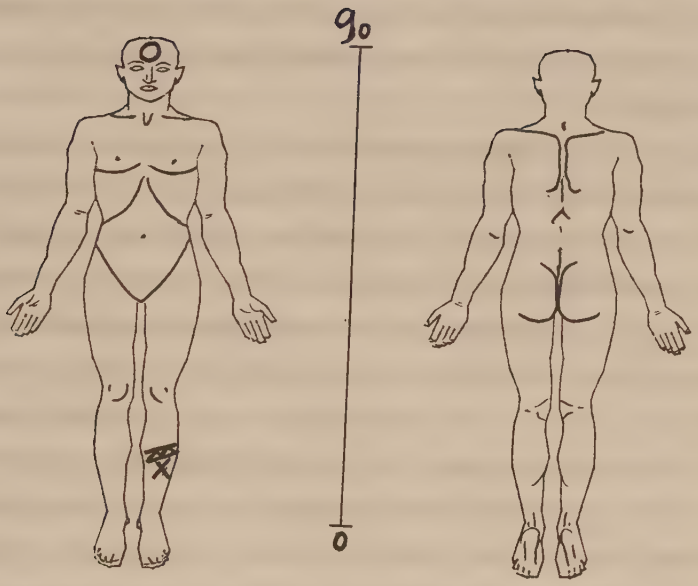
Abb. 55: Fallgruppe V, S 56



Lkw
Keine Beschädigung.

1. 8J, m, 1,27m, 25kg
2. ca. 40 - 50 km/h (Zeuge)
3. li - re
4. -
5. TU: Z.L.
6. -

Abb. 56: Fallgruppe V, RM 58



VW 1300
Keine Beschädigung.

1. 2J, w, 90cm, 12kg
2. ca. 20 km/h (Zeugen)
3. li - re
4. -
5. AIS 2 (Kopf u. Extremitäten)
6. -

Abb. 57: Fallgruppe V, S 74

VI. Diskussion und Vergleich der Fallgruppen I - IV

Der folgende Vergleich der Fallgruppen, bei denen ein Kind von der Frontpartie eines Fahrzeuges erfaßt wurde, soll Aufschluß über die Verschiedenheit oder Gleichheit der Verletzungen bei unterschiedlicher Unfallmechanik bringen.

Nimmt man die Summation aller Arten von Schädelbrüchen, so zeigt sich der Schädel in Fallgruppe I in 100% der Fälle, in Fallgruppe II in 50% und in den Fallgruppen III und IV unter 50% frakturiert. Bei Unterteilung in Kalotten-, Schädelbasis- und Gesichtsknochenfrakturen ergibt sich kein einheitliches Bild. So blieben in den Gruppen II und IV die Schädelbasis und in Gruppe I und IV die Gesichtsknochen bei überall vorhandenen Kalottenbrüchen unversehrt. Differenziert man nach Schweregrad unter bezug auf den Fahrzeugschaden, so sieht man, daß der Anprall auf Rahmenteile oder senkrechte Fahrzeugfronten (Gruppe I) im allgemeinen schwerere Läsionen am Kopf verursacht, als der Anprall auf die Motorhaube. Letzteres muß noch in bezug auf das Alter der Kinder aufgegliedert werden, denn es scheint, je jünger die Kinder sind, um so schwerwiegender wird auch bei ihnen ein Aufprall des Kopfes auf die Motorhaube. Insgesamt gesehen scheint die Gruppe IV mit der abgeschrägten Vorderfront in bezug auf Schädelfrakturen günstiger abzuschneiden, solange sich die Geschwindigkeit nicht

wesentlich über 50 km/h hinausbewegt. Umgekehrt zeigen auch die Fahrzeuge bei zunehmendem Alter der Kinder, was in diesem Fall wohl auch zunehmendem Gewicht entspricht, eine größere Beschädigung.
Beim Aufprall des Kopfes auf die Motorhaube zeigt sich in den meisten Fällen eine Delle, die oftmals, wahrscheinlich durch die Elastizität der Haube bedingt, keine allzu große Ausdehnung hat. Generell kann auch keine Beziehung zwischen der Beschädigung des Fahrzeuges und den Frakturen des Schädels hergestellt werden, denn es ist auch bei vorhandener Beschädigung des Fahrzeuges nicht notwendig, daß eine größere Verletzung, z.B. eine Fraktur, vorliegen muß.
Eine Kontusion des Gehirns trat etwa in gleicher Häufigkeit wie eine Fraktur des Schädels auf. Dies heißt aber nicht, daß eine Schädelfraktur von einer Gehirnkontusion begleitet ist; es kamen auch umgekehrt Gehirnkontusionen zur Notiz, bei denen keine Brüche vorlagen. Eine relative Häufung in einer der 4 Gruppen scheint nicht gegeben. Bei der Geschwindigkeit kann letztlich doch davon ausgegangen werden, daß Kontusionen bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 70 km/h und mehr gehäuft vorkommen, ohne daß der Fall übersehen werden darf, bei dem es bereits bei 30 km/h zu eben dieser Verletzung kam.

Ein Abriß des Atlanto-Occipital-Gelenks findet sich vermehrt in Gruppe III und hier wiederum gehäuft, wenn der Primärkontakt durch die Motorhaube im oberen Thoraxbereich liegt. Andererseits kommt in Gruppe II (Kinder älter als ca. 10 Jahre und üblicher Kraftfahrzeug-Bauweise) kein Abriß des Atlanto-Occipital-Gelenks vor. Diese beiden Tatsachen scheinen die theoretische Überlegung voll zu bestätigen, daß der Kopf bei ausgeschalteter Drehachse als noch frei beweglicher Körperteil eine besondere Beschleunigung erfährt und die Halswirbelsäule extrem auf Zug/Scherung beansprucht wird. Die zweite Möglichkeit, wie es zu einem Abriß des Gelenks kommen kann, zeigt derjenige Fall der Gruppe IV, bei dem im Prinzip die Beanspruchung dieselbe ist, jedoch beim Sekundärkontakt auftrat, wobei der Kopf das Dachniveau überragte. Der Abriß des Atlanto-Occipital-Gelenks bei dem einen Fall der Gruppe I, dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit nicht durch die Kollision mit dem Fahrzeug entstanden sein, sondern durch die Belastung beim 40 m langen Mitschleifen durch das Fahrzeug. Eine Beziehung zwischen Kollisionsgeschwindigkeit und Abriß des Atlanto-Occipital-Gelenks scheint eindeutig zu bestehen, denn es wurde in allen Fällen, denjenigen der Gruppe I ausgenommen, eine Geschwindigkeit von 50 km/h und mehr angegeben.

Erstaunlich ist die Tatsache, daß es, alle Unfälle summiert, relativ selten zu ausgedehnteren Weichteilverletzungen im Kopf- und Gesichtsbereich kam (ca. 20%). Schnittwunden stammten in erster Linie von scharfen Metallteilen, wie z.B. dem Scheinwerferring, Blutunterlaufungen waren häufig nur an der Anstoßseite zu finden. Hingegen wurden sehr viele leichtere Verletzungen, wie z.B. Schürfwunden im gesamten Kopf- und Gesichtsbereich, ohne Beziehung zur Anstoßseite gefunden, was die Vermutung zuläßt, daß diese wohl im besonderen durch den Kontakt mit der Straße zustande kamen.

Entsprechend der hohen Elastizität des Thoraxskelettes wurde der knöcherne Thorax insgesamt nur in 6 Fällen (= 13%) frakturiert. Hiervon war zweimal das Schlüsselbein gebrochen (Gruppe I und II), viermal lagen Rippenserienfrakturen, einmal in Kombination mit Wirbelbrüchen (Gruppe III), vor. Nur bei einem dieser 6 Fälle besteht ein Zusammenhang zwischen dem Primäranstoß und der Thoraxtraumatisierung, in diesem Fall den Rippenbrüchen. In allen übrigen Fällen wurde die Läsion durch den Sekundärkontakt mit dem Fahrzeug verursacht. So entstanden die restlichen 3 Rippenserienfrakturen eindeutig durch den Kontakt mit dem Rahmen des Fahrgastgehäuses, wobei in diesen Fällen die Kinder mehr dorsalwärts erfaßt und aufgeladen wurden. Auf diese Weise scheint auch die einzige Wirbelsäulenfraktur, die

Abrisse des Atlanto-Occipital-Gelenks ausgenommen, entstanden zu sein.
Die im Vergleich zu den Rippenbrüchen dreimal häufigeren Lungenkontusionen verdeutlichen, welche Elastizität der knöcherne Thorax eines Kindes besitzt, wobei die Verursachung dieser Kontusion zu 1/3 durch den Primärkontakt Motorhaubenkante und zu 2/3 durch den Sekundärkontakt Motorhaube bzw. Fahrgastzelle erfolgte. So fanden die Kontusionen in Gruppe I allein durch den Primärkontakt statt, in Gruppe II und III durch beide Möglichkeiten, während in Gruppe IV die entsprechenden Verletzungen nur durch den Sekundärkontakt zustande kamen.

Ein oder mehrere Organe des Bauchraumes wurden, neben reinen Kontusionen in 5 Fällen, in 13 Fällen rupturiert, unterblutet oder abgerissen. Von letzteren wurde nur die Organverletzung in Gruppe IV durch Sekundärkontakt verursacht, während alle übrigen durch den Primärkontakt ohne Bevorzugung einer Gruppe entstanden. Ein direkter Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Verletzungsschwere konnte nicht nachgewiesen werden. Hingegen scheint von größter Wichtigkeit zu sein, wie sich speziell in den Gruppen II und III erwiesen hat, ob der Primärkontakt frontal, seitlich oder dorsal erfolgt. Während man bei einem frontalen Anstoß davon ausgehen muß, daß besonders die inneren Organe gefährdet sind, so hängt beim seitlichen

Anprall die Verletzungsgefahr der Organe des Bauchraumes davon ab, bei welcher Geschwindigkeit die Kollision erfolgte und ob Beckenkamm oder Rippen den ersten Stoß abfangen konnten. Dementsprechend finden sich - ausgenommen Gruppe I, nachdem hier der Anstoß am ganzen Körper erfolgt - in 14 Fällen (= 40 %) der Gruppen II und III Prellmarken verschiedenster Art in der Beckenregion, die vom Primärkontakt stammen. Bezeichnend für die Elastizität kindlicher Knochen ist auch hier, daß das Becken nur in 2 Fällen frakturiert wurde. Vorgefundene Prellmarken an der Anstoßseite liegen oft nicht in Höhe der Stoßstange oder Kühlerhaubenfront, was darauf hindeutet, daß diese Verletzungen auch von Kühlergrill oder Scheinwerfer verursacht sein können. Dementsprechend sind auch bei vielen Fahrzeugen die Kühlergrille verbogen oder die Scheinwerfer zerbrochen.

Was die untere Extremität betrifft, kann gesagt werden, daß in Gruppe I, II und III kein Unterschied in der Verletzungshäufigkeit festgestellt werden kann. In allen 3 Gruppen kam es gleichermaßen zu massiven Stoßstangenläsionen. So kann von 39 aufgeführten Fällen bei 9 Fällen ein Oberschenkelbruch, in weiteren 4 Fällen ein Unterschenkelbruch notiert werden. Diese Frakturen waren meist von einer nicht unerheblichen Traumatisierung der Weichteile begleitet. Ohne Fraktur

konnten am Oberschenkel sechsmal und am Unterschenkel zweimal größere Prellmarken festgestellt werden. Einmal war das Knie luxiert. Hinzuzufügen sind hier noch 2 Fälle, bei denen beide Unterschenkel gebrochen waren, ohne daß eine Übereinstimmung von Stoßstangenhöhe und Bruch vorlag. Vergleicht man aber das übrige Verletzungsbild, so liegen auch die Kühlerhaubenverletzungen um einen bestimmten Betrag tiefer, als es den Abmessungen des Fahrzeuges entspräche. Zu erklären ist diese Verschiebung in erster Linie wohl durch den Bremsvorgang des Fahrzeuges, wobei die Front um den entsprechenden Betrag tiefer tritt. In zweiter Linie käme auch eine Abwehrreaktion des Kindes in Frage, bei dem es versucht, sich abzustützen und dabei hochgehoben wird. Somit weisen von 59 Kindern 17 Verletzungen auf, die in direktem Zusammenhang mit dem Primäranstoß, hier die Stoßstange, stehen. Unabhänig von diesen 17 Fällen war noch fünfmal ein Unterschenkel gebrochen, einmal wies der Oberschenkel und viermal der Unterschenkel Prellmarken verschiedenster Art auf, ohne daß dabei ein direkter Bezug zum Primäranstoß hergestellt werden kann. Diese Verletzungen sind aller Wahrscheinlichkeit durch den Aufprall auf der Straße entstanden, wobei eine Verursachung durch das Fahrzeug nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Zuletzt sei noch auf Gruppe IV eingegangen, die von oben Gesagtem

abweicht. Es kommt zwar auch hier eine Fraktur des Oberschenkels durch die Stoßstangeneinwirkung vor und einmal war die Straße Ursache eines Unterschenkelbruchs, aber sonst fanden sich trotz teilweise hoher Geschwindigkeit der Fahrzeuge bei der Kollision und schwersten sonstigen Verletzungen keine weiteren Primär- und Sekundäranstoßverletzungen an der unteren Extremität. Das müßte bedeuten, daß es aufgrund der Fahrzeugkonstruktion zu einem Aufladen des Kindes kommt, ohne daß ein stärkerer Kontakt mit der unteren Extremität vorhanden ist. Bei 9 Kindern letztlich war an der unteren Extremität, abgesehen vielleicht von ein paar Schürfwunden, keinerlei Verletzung vorhanden.

Ähnlich gelagert wie bei den Verletzungen der unteren Extremitäten sind diejenigen der oberen der Gruppe II und III, wobei hier beim Primärkontakt die Kühlerhaubenfront ausschlaggebend ist. 4 Oberarmfrakturen - alle von Gruppe III, eine Ellenbogenluxation - Gruppe II und 11 Prellmarken - 8 am Oberarm, 1 am Unterarm und 2 an der Hand - sind zur Notiz gekommen, bei denen eine Zuordnung zum Primärkontakt als zutreffend erscheint. In 10 Fällen waren auf der Anstoß- oder Gegenseite, evtl. auch beidseits, Verletzungen zu finden, die scheinbar unabhängig vom Primärkontakt und so wahrscheinlich durch die Straße verursacht wurden. In allen Fällen handelt es sich um Prellungen, die in 8 der 10 Fälle sich mindestens

über Ober- und Unterarm erstreckten, was eher auf eine Verletzung beim Straßenaufprall schließen läßt. Letztlich kann gesagt werden, daß in Gruppe II und III von 35 verunglückten Kindern 15 keine Verletzungen an den oberen Extremitäten davontrugen. In Gruppe I und IV sind aufgrund der anderen Fahrzeugkonstruktion von den oben erwähnten abweichende Verletzungsbilder an der oberen Extremität zu erwarten. In Gruppe I fanden sich, durch den flächigen Anstoß bedingt, auf dieser Seite Prellmarken an Ober- und Unterarm, in einem dieser Fälle auf der Gegenseite Hämatome am ganzen Arm und an der Hand, welche wohl von der Straße herrühren dürften. Die beiden übrigen Kinder dieser Gruppe zeigten an der oberen Extremität keine Verletzung.

In Gruppe IV war lediglich ein Kind an der oberen Extremität verletzt, es wies ein Hämatom im Schulterbereich auf der Anstoßseite auf, welches wohl beim Sekundärkontakt mit der Fronthaube zustande gekommen sein dürfte. Die übrigen Kinder blieben an den oberen Extremitäten unverletzt.

VII. Allgemeine Untersuchungserkenntnisse

Nach der Fallbesprechung nun noch einige allgemeine Erkenntnisse. Im wesentlichen wurde auf die Gruppen I - IV eingegangen, da die Kollision zwischen Fahrzeugfront und einem Kind, wie auch aus den Fallzahlen ersichtlich, die bei weitem häufigste Unfallursache ist. Trotzdem sollten die Unfälle, bei denen ein Kind seitlich in ein Fahrzeug läuft, nicht unberücksichtigt bleiben, weil auch bei dieser Unfallmechanik erhebliche Verletzungen bei einem Kind entstehen können. Deswegen wird diese Gruppe in die folgenden Untersuchungen miteinbezogen. Die nächsten 3 Abbildungen bieten eine Übersicht über die Lokalisationen der Verletzungen. Die erste zeigt alle Verletzungen an, die bei einem Kind zu finden waren. Die beiden übrigen unterscheiden zwischen denjenigen, vom Fahrzeug verursacht auf der Anstoßseite, und jenen auf der Gegenseite, die durch den Straßenaufprall entstanden sind. Besteht die Möglichkeit, daß eine Einordnung nicht ausführbar ist, so ist die Verletzung auf beiden Abbildungen berücksichtigt. Die Straßenverletzungen sind bis auf einige Ausnahmen - besonders bei Gruppe V - Prellungen, Blutunterlaufungen und Schürfungen. Aufgrund dieser Gegenüberstellung wird ersichtlich, daß auch ohne Einteilung in Schweregrade, ein Überwiegen der Verletzungsverursachung auf seiten des Kraftfahrzeuges liegt. Die Gruppe V, mit dem seitlichen Kollisionsvorgang weicht diesbezüglich von den

übrigen Gruppen etwas ab. Kopf- und Beinverletzungen stammen fast nur vom Fahrzeugkontakt, während Organverletzungen von dem Straßenaufprall herrühren dürften. Die Diskrepanz zwischen den Folgen des Wegschleuderns nach frontaler Erfassung der Kinder und denen nach seitlichem Anprall wird augenscheinlich. Die Gefahr, beim seitlichen Zurückstoßen gegen den Randstein geschleudert zu werden, ist erheblich größer als beim Wegschleudern mitten auf der Fahrbahn, und wie es den Anschein hat auch mit stärkeren Verletzungen verbunden.

	Fallzahl	Kopf	Brust	Bauch	Stützapp.	Inn.Organe	ZNS	obere Extr.	untere Extr	sonstige
Gruppe I	4	4	1	1	2	3	3	2	3	-
Gruppe II	6	5	2	2	1	4	3	4	5	2
Gruppe III	29	24	9	11	6	12	13	16	22	3
Gruppe IV	7	6	2	2	1	4	4	2	5	1
Gruppe V	8	6	1	1	-	1	2	2	4	3

Abb.58:Lokalisationen der Verletzungen aller Gruppen

	Fallzahl	Kopf	Brust	Bauch	Stützapparat	Inn.Organe	ZNS	obere Extrem.	untere Extr.	sonstige
Gruppe I	4	4	1	1	2	3	3	2	3	-
Gruppe II	6	4	2	2	1	3	3	3	5	2
Gruppe III	29	2o	8	9	6	11	13	13	18	3
Gruppe IV	7	5	2	2	1	4	4	1	4	1
Gruppe V	8	5	-	-	-	-	-	-	3	3

Abb.59:Lokalisation von Verletzungen, welche vom Fahrzeugkontakt herrühren.

	sonstige	untere Extr.	obere Extrem.	ZNS	Inn.Organe	Stützapparat	Bauch	Brust	Kopf
Gruppe I	-	1	1	1	1	1	-	-	1
Gruppe II	-	3	2	1	-	-	-	-	4
Gruppe III	-	13	1o	-	-	-	3	4	9
Gruppe IV	-	1	1	-	-	-	-	-	2
Gruppe V	-	-	2	2	1	-	1	1	2

Abb.6o:Lokalisation von Verletzungen,welche vom Straßenkontakt herrüh

Die nächste Abbildung (Nr. 61) bietet eine Zusammenfassung des Unfallvorganges, bzw. der erfolgten Wurfweiten. Die Wurfweiten sind gegen die Kollisionsgeschwindigkeit aufgetragen, um eine mögliche Verknüpfung zu erhalten. Rechts neben der Wurfweite oder Unfallart ist das Alter der Kinder angegeben. Die Kollisionsgeschwindigkeit wurde in 10 km/h-Spannen eingetragen, weil es wohl kaum möglich ist, bei jedem Unfall die exakte Geschwindigkeit zu ermitteln. Dies soll auch nicht in dieser Abbildung bezweckt werden, sondern es ist genügend informativ, den Geschwindigkeitsbereich anzugeben, innerhalb dessen sich die Kollision ereignet hat.

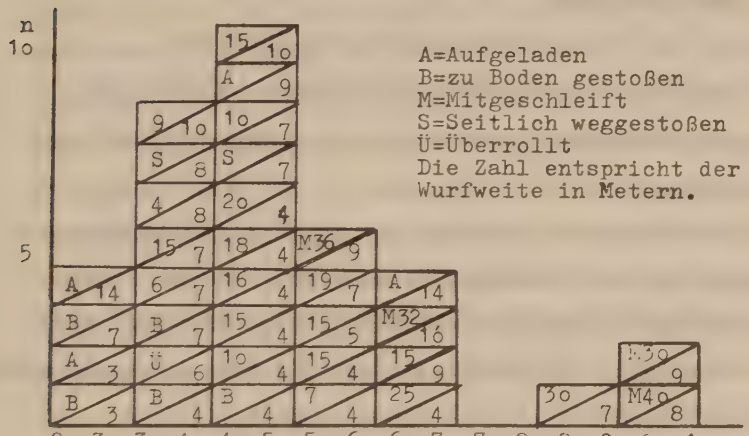


Abb.61: Unfallvorgang bzw Wurfweiten mit Altersangabe gegen die Kollisionsgeschwindigkeit aufgetragen. Keine Berücksichtigung von Fallgruppe V.12 Fälle wegen ungenügender Angaben nicht aufgeführt.

Aus dieser Übersicht kann man entnehmen, daß die Kinder bei Kollisionsgeschwindigkeiten bis zu 30 km/h nur zu Boden gestoßen oder aufgeladen werden. Zwischen 30 und 40 km/h findet ein Übergang zwischen wegschleudern und zu Boden stoßen statt und ab 40 - 50 km/h werden die Kinder in überwiegender Zahl weggeschleudert. Die Wurfweiten scheinen innerhalb der Geschwindigkeitsbereiche anzusteigen, wobei aber zwischen 40 - 50 km/h und 50 - 60 km/h kein signifikanter Unterschied besteht.

Man könnte vielleicht die Bereiche in 3 Sektionen einteilen:

1. bis 40 km/h keine oder nur geringe Wurfweiten, mehr aufladen,
2. 40 - 60 km/h Wurfweiten bis etwa 20 m und
3. oberhalb dieses Bereiches Wurfweiten über 20 m.

Eine altersabhängige Beziehung zur Wurfweite ist nicht erkennbar.

Bei der nächsten Abbildung (Nr. 62) ist der Verletzungsgrad, bzw. die Todesursache und das Alter der Kinder gegen die Kollisionsgeschwindigkeit aufgetragen. Die Einteilung der Verletzungen erfolgte nach der Abbreviated Injury-Scale.

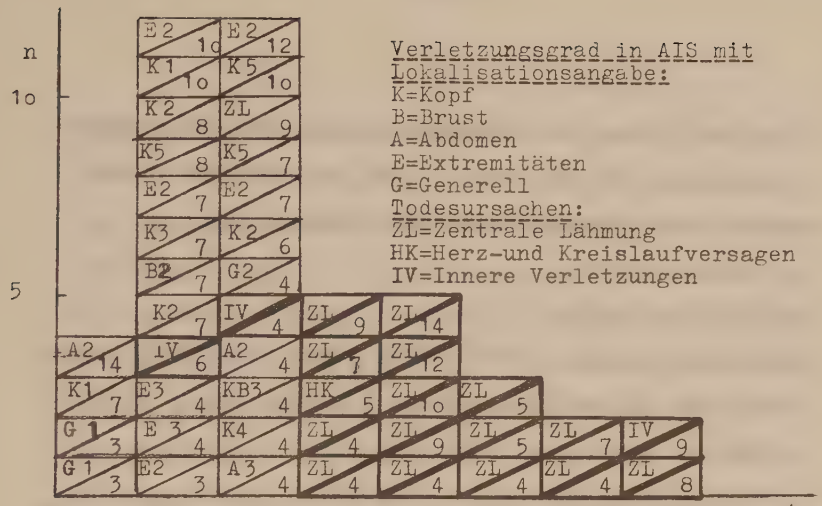


Abb.62:Verletzungsgrad bzw.Todesursache und das Alter der Kinder bezogen auf die Kollisionsgeschwindigkeit

Die Kollisionsgeschwindigkeitsgrenze von 50 km/h ist, wie man aus der Abbildung ableiten kann, ein für das Überleben der Kinder entscheidender Parameter. Unterhalb von ihr erleiden die Kinder noch, bis auf wenige tödliche Ausgänge, Verletzungen, die je nach Alter und Unfallhergang unterschiedlich schwer ausfallen. Oberhalb dieser 50 km/h werden den Kindern ausnahmslos tödliche Verletzungen zugefügt. In dem Bereich bis ca. 50 km/h ist eine klare Zunahme der Verletzungsschwere pro km pro Stundenbereich nicht ersichtlich, wohlscheint sich der erste Geschwindigkeitsbereich (20 - 30 km/h) etwas von den beiden übrigen abzuheben. Bei den Todesursachen war zu 90 % eine zentrale Lähmung anzugeben, wobei sich der Abriß des Atlanto-Occipital-Gelenks mit einer direkten Hirnschädigung etwa die Waage hält.

Als Erweiterung der allgemeinen Fall- und Verletzungsbesprechung sei nun speziell auf Verletzungen eingegangen, die alleinig durch den Primärkontakt

1. Stoßstange und
2. Motorhaubenfront

verursacht werden. Abbildung 63 verschafft einen groben Überblick, in welchen Regionen Verletzungen zu erwarten sind.

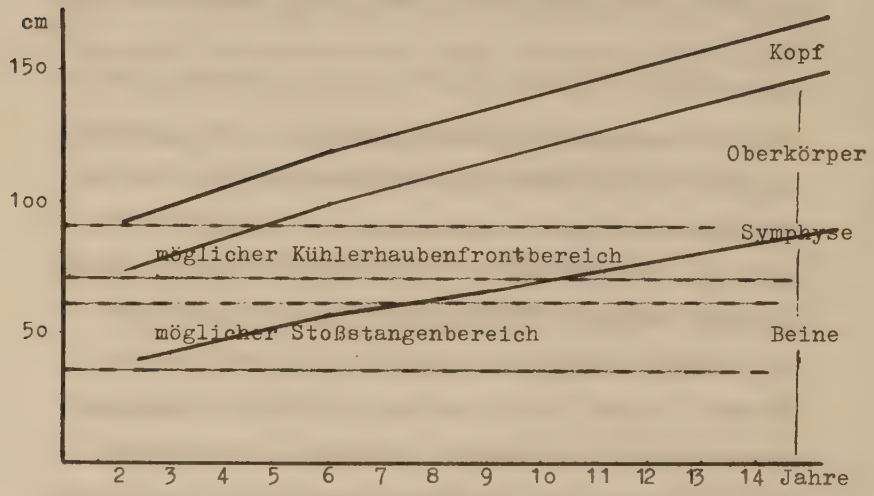


Abb.63: Überblick über die Körperregionen, die von dem Stoßstangen-bzw Kühlerhaubenfrontbereich erfaßt werden können.

VIII. Stoßstangenverletzungen

Wie schon aus der allgemeinen Fallbesprechung ersichtlich wurde, wird von der Stoßstange, je nach Autotyp und Größe des Kindes ein Bereich erfaßt, der vom mittleren Unterschenkel bis zur Beckenregion reicht. Die Breite einer Stoßstange liegt zwischen 10 und 25 cm, wobei die Form, ob abgerundet oder gerade, unberücksichtigt bleibt. Die Höhe in der die Stoßstange am Fahrzeug angebracht ist, variiert je nach Typ zwischen 35 und 60 cm. Es kommen hier nur Fälle zur Notiz, die eine Verletzung in einer Höhe aufweisen, die mit der der Stoßstange in Einklang zu bringen ist und die auf der Anstoßseite liegen. Wie früher schon erwähnt, kann durch eine Reaktion des Kindes auch die bevorstehende Kollision oder durch den Bremsvorgang mit Tiefertreten der Frontpartie eine Abweichung von mehreren Zentimetern eingeräumt werden. Berücksichtigt werden Frakturen und Weichteilverletzungen, Blutergüsse oder schwere Prellmarken. Geringgradige Schürfungen werden vernachlässigt und unter nicht verletzt geführt, da eine eindeutige Verursachung durch die Stoßstange nicht gegeben ist. Für diese Untersuchung stehen alle Fälle der Gruppe I bis IV zur Verfügung, was eine Gesamtzahl von 46 Fällen ergibt. Einen zusammenfassenden Überblick bietet Abbildung Nr. 64.

Als obere Beinbegrenzung der Kinder wurde die Symphysenhöhe genommen, nachdem diese errechnet werden kann und nur ein geringer Prozentsatz der Stoßstangenverletzungen oberhalb dieser Linie anzutreffen ist. Die Symphysenhöhe wurde in Prozent der Körperhöhe (berechnet nach Zahlen von Holt und Mac Intosh) errechnet. Die dem Alter entsprechende Größe wurde, um ein einheitliches Bild zu erhalten, den Somatogrammen nach D. KUNZE und J.D. MURKEN, Kinderpoliklinik der Universität München entnommen und danach die Symphysenhöhe bestimmt. Der Eintrag der zur Verfügung stehenden Fälle erfolgt somit nicht strikt nach dem Alter, diese Angabe dient auf der Abbildung der groben Orientierung, sondern gemäß der der Körpergröße entsprechenden Symphysenhöhe. Obwohl das Knie ein Gelenk größeren Ausmasses ist, sei es hier als Orientierungshilfe nur in Form einer Linie markiert. Die geringen Größenunterschiede zwischen Knaben und Mädchen wurden vernachlässigt. Die Abmessungen der Stoßstangen wurden in ihren möglichen maximalen Breiten addiert und als einheitliche Fläche seitlich der Abbildung angegeben.

Die Verletzungen werden wie folgt gekennzeichnet:

Fraktur

Fraktur beider Beine

Fraktur mit Weichteilverletzung

Weichteilverletzung

ausgedehnte Weichteilverletzung

Weichteilverletzung an beiden Beinen

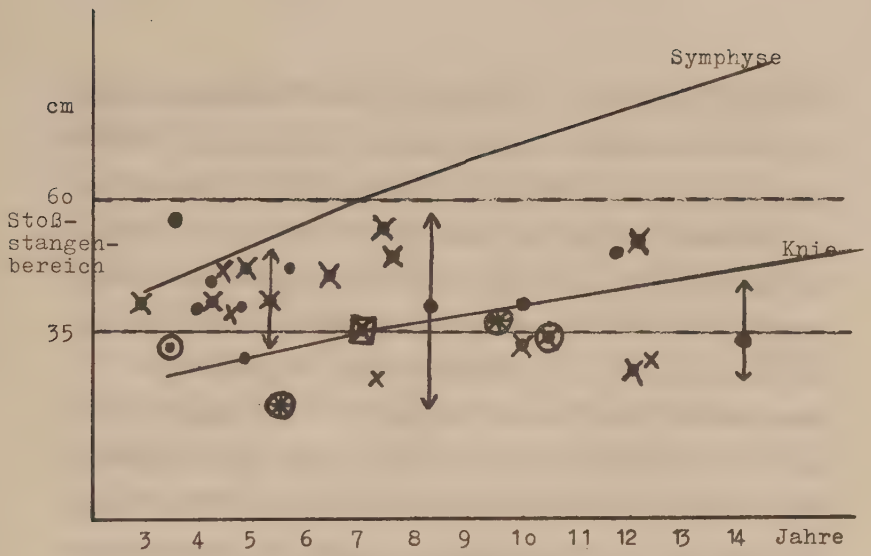


Abb.64:Stoßstangenverletzungen

Auswertung:

Es blieben 17 der 46 berücksichtigten Kinder ohne eine der Stoßstange zuzuordnenden Primäranstoßverletzung. In 15 Fällen war auf der Anstoßseite das Bein gebrochen, in 2 Fällen beide Beine; einmal war das Kniegelenk luxiert und in 11 Fällen fanden sich Weichteilverletzungen ohne Fraktur. Der Oberschenkel war in 17 Fällen = 59 %, der Unterschenkel in 8 Fällen = 28 % und das Knie in 3 Fällen = 10 % betroffen. Einmal lag die Verletzung oberhalb der Symphysenhöhe.

Es zeigt sich, daß Frakturen bis auf 4 Fälle von schweren Weichteilverletzungen begleitet waren. Die meisten Frakturen (10) betrafen den Oberschenkel, siebenmalwar der Unterschenkel gebrochen, wobei in

2 Fällen beide Beine in gleicher Höhe frakturiert waren. Auch bei den Weichteilverletzungen überwogen die Läsionen am Oberschenkel (achtmal im Gegensatz zum Unterschenkel mit zweimal). Diese Verletzungsverteilung war aufgrund der Größenverhältnisse zu erwarten, denn bei kleineren Kindern, und diese sind in dieser Untersuchung häufiger vertreten, liegt die Stoßstangenhöhe im Bereich der Oberschenkel. Bei älteren Kindern (7 - 14 Jahre) erfolgt eine gleichmässigere Verteilung auf Ober- und Unterschenkel. Eine Häufung von Verletzungen durch die Stoßstange bei Kindern bis etwa 6 Jahre, wie auch aus der Abbildung ersichtlich ist, wird durch das Hinzuziehen der nicht verletzten Kinder noch verdeutlicht. Hier ist das Verhältnis des Alters zu einer Verletzung noch signifikanter. Während bei den verletzten 16 unter 6 Jahre und 13 zwischen 6 und 14 Jahre alt waren, so lagen die Zahlen bei den nicht verletzten bei 4 unter 6 und 13 zwischen 6 und 14 Jahren.

Eine Abhängigkeit der Stoßstangenverletzungen von der Kollisionsgeschwindigkeit ergibt sich nicht. Sowohl bei den verletzten, wie auch bei den nicht verletzten Kindern wurden Geschwindigkeiten von gering bis über 70 km/h errechnet. Dieselbe Feststellung gilt auch bei der Gegenüberstellung der Häufigkeit von Frakturen und Weichteilverletzungen. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, lagen von den 29 Verletzungen 20 innerhalb der möglichen Stoßstangenabmessungen und 9 tiefer. Isoliert

gesehen, kommt man, darauf wurde bei den Fallvorstellungen bereits kurz eingegangen, zu dem Schluß, daß diese 9 Verletzungen unabhängig von der Stoßstange entstanden seien.Verglichen mit dem gesamten Verletzungsbild erkennt man aber, daß auch die übrigen Verletzungen ebenfalls um denselben Centimeterbetrag tiefer liegen. Somit sind diese Verletzungen ebenfalls noch zu den Stoßstangenverletzungen zu rechnen. Ursache dürfte, wie früher bereits beschrieben, der Bremsvorgang mit Tiefertreten der Fahrzeugfront sein.

Daß in bezug auf die Verletzungshäufigkeit sich die Gruppe IV (mit abgeschrägter Frontpartie) von den übrigen Gruppen abhebt, ließ sich bei dem Vergleich der Gruppen schon erkennen. Es sei aber nochmals hervorgehoben, daß in dieser Gruppe, bei sonst relativ gleichmäßiger Verteilung innerhalb der übrigen Gruppen, nur eine einzige Verletzung (eine Oberschenkelfraktur), durch die Stoßstange verursacht, nachgewiesen werden konnte. Auffällig ist auch, daß innerhalb dieser Gruppe selbst Kollisionen bei hohen Geschwindigkeiten ohne Folgen an den unteren Extremitäten blieben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Primäranstoß durch die Stoßstange in vielen Fällen nicht so gravierend verlaufen ist, als dies eigentlich zu erwarten gewesen wäre. Vor allem in Gruppe IV wird dies besonders deutlich. Insgesamt gesehen häufen sich die Verletzungen besonders bei kleineren Kindern, sowohl bei

Knochen, wie auch bei Weichteiltraumen. Eine genaue Altersgrenze läßt sich nicht angeben, jedoch scheint ab dem Alter um 6 Jahre ein gewisser Rückgang der Verletzungshäufigkeit erkennbar. Ein Zusammenhang zwischen Verletzung und Kollisionsgeschwindigkeit besteht nicht. Welch geringen Einfluß der Anprall des Beines gegen die Stoßstange hat, zeigt sich in der Notierung der Beschädigungen: sechsmal war die Stoßstange eingedellt, zweimal nach hinten verschoben und viermal war das Kennzeichen verbogen. Ansonsten fanden sich bei den übrigen Fahrzeugen keine Beschädigungen an der Stoßstange.

IX. Kühlerhaubenfrontverletzungen

Wie aus Abbildung 63 ersichtlich ist, reichen Verletzungen, die von der Kühlerhaubenfront eines Fahrzeuges verursacht werden, je nach Größe der Kinder und je nach Fahrzeugtyp vom Becken bis zum Kopf- und Halsbereich. Nachdem die Kühlerhaubenfront eines Fahrzeuges im großen und ganzen eine relativ schmale, wenn auch verschieden gestaltete Fläche darstellt, ist hier die Höhendifferenz zwischen den einzelnen Fahrzeugtypen geringer als dies bei der Stoßstange der Fall ist. Diese liegt hier zwischen 75 und 85 cm, wobei diese bei Mercedes und Range Rover noch etwas darüber hinausreicht. Es gelten hier die gleichen Kriterien wie bei den Stoßstangenverletzungen, wobei die möglichen Abweichungen nach unten durch den Bremsvorgang ebenfalls berücksichtigt werden. Aufgrund der besonderen Fahrzeugbauweise werden die Fälle der Gruppe I und IV hier nicht mitaufgeführt. Die Größeneinteilung wird der Einheitlichkeit wegen wieder nach dem bereits vorhin erwähnten Somatogramm aufgetragen und die Größe der Kinder ohne Berücksichtigung des Alters eingetragen. Die Altersangabe dient auch hier der leichteren Überschaubarkeit. Nachdem bei diesen Fällen ein Körpergebiet mit Weichteilen, Knochen und inneren Organen zur Betrachtung kommt, werden die Verletzungen auf 2 Abbildungen, einmal mit Weichteil- und

Knochenbeteiligung, zum zweiten mit Organläsionen wiedergegeben.

Bei ersteren werden folgende Symbole verwandt:

Frakturen des Thorax

Weichteilverletzungen des Thorax

Luxation des Atlanto-Occipital-Gelenks

Fraktur an der oberen Extremität mit Lokalisationsangabe

Weichteilverletzung an der oberen Extremität mit Lokalisationsangabe.

Es wurden folgende Abkürzungen verwandt:

OA = Oberarm

E = Ellenbogen

H = Hand.

Finden sich sowohl am Thorax wie an der Extremität Läsionen, so steht die Extremitätenverletzung rechts neben der Thoraxverletzung und ist mit einem Plus verbunden.

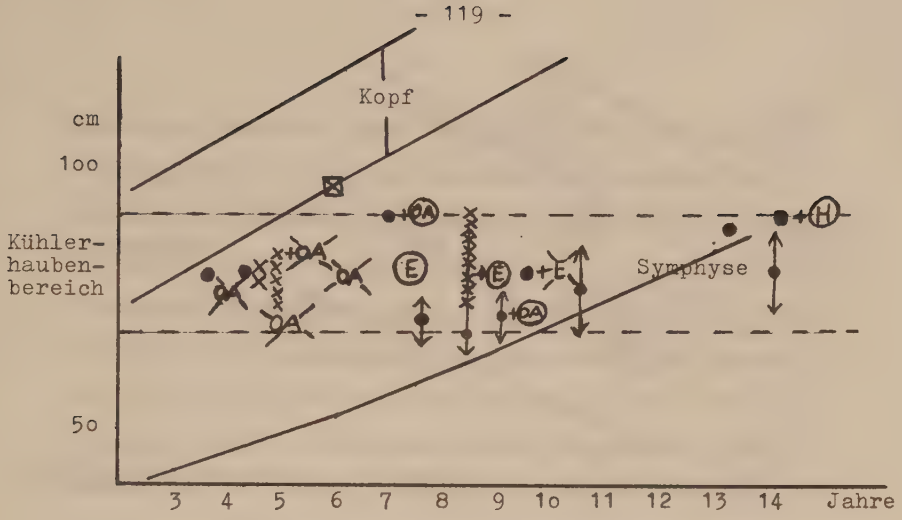


Abb. 65: Kühlerhaubenfrontverletzungen (knöcherne- und Weichteilverletzungen am Thorax und an den oberen Extremitäten)

Bei den inneren Verletzungen werden folgende Symbole verwendet:

P = Lunge

L = Leber

M = Milz

N = Niere

H = Herz

B = Bauchspeicheldrüse

Am Ende der Verletzungskombination steht ein R für Ruptur und ein K für Kontusion.

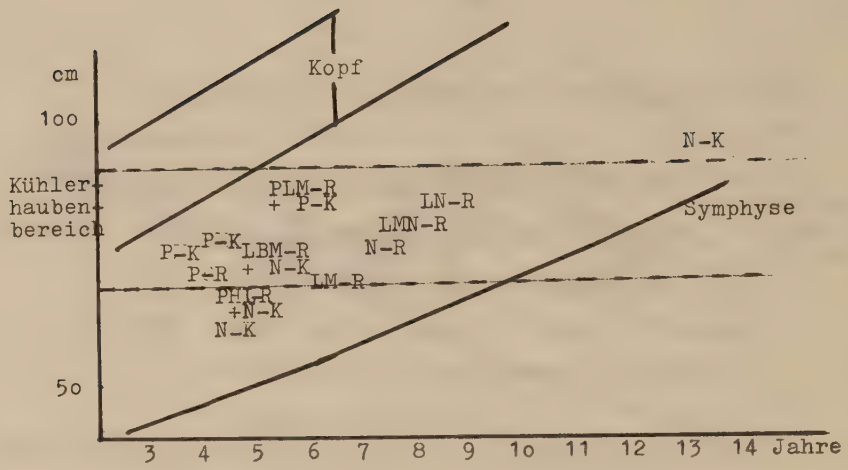


Abb. 66: Kühlerhaubenfrontverletzungen (Organverletzungen)

Auswertung:

Die berücksichtigten 2 Gruppen beinhalten 35 Fälle. Hierbei wurden 18 Verletzungen am Thorax oder an der oberen Extremität festgestellt und bei 12 Fällen lagen innere Verletzungen vor. Ohne Läsionen, die der Kühlerhaubenfront zuzurechnen sind, blieben 12 Kinder. Eine Kühlerhaubenverletzung (Prellung) lag unterhalb der Symphyse. Es fällt auf, daß der knöcherne Thorax nur in 3 Fällen frakturiert war, während in 10 Fällen nur Weichteilverletzungen vorlagen. Dies verdeutlicht einmal mehr die Elastizität des Knochengerüsts bei Kindern. Die Frakturen am Thorax waren stets Rippenserienbrüche, einmal zusammen mit einer Wirbelsäulenfraktur, wobei hier der Anstoß immer seitlich bis dorsal erfolgte. Daß diese Frakturen stets mit Weichteilverletzungen an selber Stelle verbunden waren, bedarf keiner

weiteren Erklärung. Die Hälfte der reinen Weichteilläsionen am Thorax waren ausgedehnterer Natur, was auf eine Einbeziehung der ganzen Frontpartie schließen läßt.

Die obere Extremität war in 10 Fällen betroffen, wobei die eine Hälfte Frakturen und die andere Hälfte Verletzungen an den Weichteilen waren. Daß diese Verletzungen nicht über größere Bezirke ausgedehnt waren kann durch die Beweglichkeit der Arme erklärt werden, die nach dem Anprall weggestoßen werden. Aus eben dieser Beweglichkeit ergibt sich auch die Möglichkeit, daß es nur zu einer Prellung kommen kann, ohne daß der Knochen zerbrochen ist. Die Größenverhältnisse lagen bei den notierten Unfällen überwiegend so, daß nur Oberarm oder Ellenbogen betroffen war, wobei die Eventualität gewiß auch gegeben ist, daß der Unterarm leichter einem Stoß ausweichen kann, als dies beim Oberarm der Fall ist. Der Oberarm war häufiger gebrochen (viermal),als daß er Prellmarken aufwies (zweimal), der Ellenbogen war einmal gebrochen und zweimal geprellt. Hinzu kommt noch eine Handverletzung bei einem größeren Kind. Daß einige Verletzungen wenige Zentimeter oberhalb der Kühlerhaubenabmessung lagen, dürfte auf den sich in Bewegung befindlichen Körper zurückzuführen sein, eventuell auch auf die nicht ganz aufrechte Haltung beim Gehen oder Laufen. Der Tatbestand, daß bei einem Drittel der Fälle eine kombinierte Verletzung am Thorax

und oberer Extremität zu notieren war, deutet auf die enge Beziehung des Oberarms zum Oberkörper bei der Kollision hin. Die Zerreissung des Atlanto-Occipital-Gelenks wurde hier unter Primäranstoßverletzungen aufgeführt, nachdem sich die Verletzung in Höhe der Kühlerhaubenfront eines größeren Fahrzeugs (Range Rover) befand. Durch diesen Autotyp ist auch die völlig aus der Reihe fallende Verletzungshöhe verständlich. Trotz dieser Übereinstimmung in der Höhe kann letztlich nicht eindeutig bestimmt werden, ob die Gelenksluxation durch den direkten Anprall oder durch das Schleudertrauma der HWS entstanden ist. Auch die Weichteilverletzung am Hals hilft hier nicht weiter. Trotzdem sei dieser Fall hier mitaufgeführt, als Hinweis auf die Möglichkeit dieser Eventualität, die möglicherweise auch an anderer Stelle auftreten kann. Die Tatsache, daß auch besonders bei dorsalem Anstoß die Wirbelsäule nicht öfters betroffen war, läßt auf eine extreme Verbiegbarkeit derselben bei Kindern schließen.

Während bei den Thorax- und oberen Extremitätenverletzungen doch eine gleichmäßige Verteilung über alle Altersstufen vorhanden ist, fällt bei den inneren Verletzungen eine Häufung der Organschädigungen bis zu einem Alter von 6 Jahren auf. Innerhalb dieses Altersbereiches finden sich 8 der 12 Organläsionen. Generell ist festzustellen, daß Organrupturen im Vordergrund stehen, oftmals von Kontusionen begleitet, während reine

Kontusionen lediglich in 3 Fällen zu registrieren waren. An erster Stelle stehen Nierenverletzungen (7), gefolgt von Läsionen der Leber (6), Lunge (5) und Milz (3) . Das Herz war zweimal und die Bauchspeicheldrüse einmal rupturiert. Bei der Lunge als einem doppelt angelegten Organ kamen Rupturen und Kontusionen nebeneinander vor, die Ruptur an der Anstoßseite und die Kontusion auf der Gegenseite. Bei der Niere hingegen waren beidseitige Schädigungen praktisch nur bei einem dorsalen Anstoß zu verzeichnen. Aufgrund der geringen Entfernung unter den Organen kommt bei kleineren Kindern - etwa bis 6/7 Jahre - auch eine gleichzeitige Schädigung an thorakalen Organen, wie Lunge und Herz und an abdominellen Organen vor. Über dieses Alter hinausgehend waren aufgrund der Größenverhältnisse nur Bauchorgane betroffen. Am fatalsten wirkten sich Kollisionen bei Kleinkindern aus, die frontal erfolgen, bei einer Kühlerhaubenfront, die in Leber- und Milzhöhe endet. Hier sind häufig alle Organe, die sich in diesem Bereich befinden, total zerrissen. Magen- und Darmtrakt sind wohl durch ihre Beweglichkeit und Nachgiebigkeit nicht beteiligt. Hohe Geschwindigkeiten sind dabei nicht erforderlich.

Ein Schaden am Kraftfahrzeug wird in erster Linie durch den Kontakt mit dem knöchernen Thorax und der oberen

Extremität erzeugt. Es dürfte dann an der Kollisionsstelle eine Eindellung der Kühlerhaubenkante vorliegen, wie es bei 15 Fällen auch hier der Fall war. Ist die Frontpartie nicht nach hinten abgeschrägt oder geschieht die Kollision bei höherer Geschwindigkeit, tritt eine Verbeulung des Kühlergrills bzw. bei seitlicher Kollision eine Scheinwerferzertrümmerung hinzu.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß zwar in etwa 50 % der aufgeführten Fälle eine Traumatisierung des knöchernen Thorax oder der oberen Extremität stattgefunden hat, aber aufgrund der Elastizität des kindlichen Skeletts wurde eine Fraktur am Thorax nur in 3 Fällen = 8,6 % und an der oberen Extremität in 5 Fällen = 14,3 % herbeigeführt. Dies darf jedoch nicht über die Gefahr einer Verletzung von inneren Organen hinwegtäuschen, die auch ohne knöcherne Beteiligung zustande kommen und dann tödliche Folgen haben kann. So wurden bei den 35 verunglückten Kindern 12 Organläsionen festgestellt (= 34,2 %), die bei 4 Kindern direkt als Todesursache in Frage kamen und bei weiteren 3 Kindern solch ausgedehnter Natur waren, daß eine Überlebenschance wohl auch dann nicht bestanden hätte, wenn nicht eine Gehirnverletzung die primäre Todesursache gewesen wäre. Abschließend sei noch auf die Gefahr der Kühlerhaubenfront hingewiesen als Hebelkante zu wirken, um die der Kopf geschleudert werden kann, wobei eine extreme Belastung an der

Halswirbelsäule entsteht, bei der es dann häufig zu einer Luxation des Atlanto-Occipital-Gelenks kommt. Diese Fälle wurden hier nicht berücksichtigt, weil die Kühlerhaubenfront zwar die Ursache dieser Verletzung ist, aber dabei nicht direkt die Verletzung setzt. Zieht man diese Fälle noch in Betracht, so erkennt man, daß der Primäranstoß durch die Form der Fahrzeugfront die lebensgefährdendste Ursache neben der Kollisionsgeschwindigkeit bei einem Unfall darstellt.

X. Schlußbemerkung

Es wurden ca. 150 Kinderunfälle aufgrund von Krankenblättern, Sektionsprotokollen und Ermittlungsakten ausgesucht. 54 Unterlagen enthielten hinsichtlich Verletzungsmuster, Unfallhergang und Fahrzeugtyp ausreichendes Material, um für diese Arbeit Verwendung zu finden. Aus den hieraus gewonnenen Erkenntnissen seien kurz die wichtigsten Untersuchungsergebnisse noch einmal zusammengefaßt:

1. Ausschlaggebend für die Verletzungsschwere ist in erster Linie die Geschwindigkeit. Oberhalb einer Kollisionsgeschwindigkeit von ca. 50 km/h verliefen bei den vorliegenden Fällen die Unfälle immer tödlich.
2. Eine nicht minder entscheidende Rolle spielt die Gestaltung der Frontpartie und damit die Höhe des Primäranstosses (= Stoßstange und insbesondere Kühlerhaubenfront). Hierbei scheinen durch eine abgeschrägte Frontpartie weniger schwere Primärverletzungen gesetzt zu werden, als dies bei den übrigen Gruppen der Fall ist.
3. Fällt das Becken als Rotationsachse aus, tritt eine erhöhte Verletzungshäufigkeit am noch frei beschleunigbaren Kopf, einschließlich Halswirbelsäule auf, was zu einem meist tödlichen Schleuder-

trauma führt.

4. Der Straßenaufprall selbst führt im Vergleich zum Primäranstoß zu Verletzungen geringerer Schwere, es sei denn, der Anprall erfolgt z.B. auf einer Bordsteinkante.
5. Durch die Elastizität des kindlichen Knochens bedingt, kann davon ausgegangen werden, daß eine Traumatisierung des knöchernen Thorax nur unter bestimmten Voraussetzungen erfolgt, wie dies z.B. beim Sekundärkontakt mit den Rahmenteilen der Fahrgastzelle gegeben ist.
6. Innere Verletzungen treten signifikant häufiger auf als knöcherne Thoraxverletzungen. Die Vulnerabilität innerer Organe scheint mit zunehmendem Alter, respektive zunehmender Größe und damit anderer Kollisionskonstellation abzunehmen. Eine besondere Gefährdung ist bei primär ventralem = frontalem Kontakt gegeben.
7. Stoßstangenverletzungen sind bei Kindern unter etwa 6 Jahren häufiger nachzuweisen, als bei älteren. Eine Beziehung zur Kollisionsgeschwindigkeit scheint nicht gegeben. Auch hier scheint eine verminderte Verletzungshäufigkeit bei abgeschrägter Kühlerhaubenfront vorhanden zu sein. Möglicherweise liegt der Grund hierfür im Fehlen einer weiter kopfwärts gelegenen paralellen Anstoß-

fläche. Etwa 1/3 der Kinder blieb ohne Stoßstangenverletzung.

8. Beim seitlichen Hineinlaufen stammen Kopf- und Beinverletzungen vom Fahrzeug, Organverletzungen vom Straßenaufprall. Spezielle Abstützverletzungen an den Händen sind nicht nachweisbar.

Literaturverzeichnis

1. G. BEIER
Anstoßgeometrie und Verletzungsbild beim tödlichen Fußgänger-Pkw-Unfall.
Beiträge zur gerichtlichen Medizin 31;, 1973

2. G. BEIER und D. PFRIEM
Durch die Anstoßgeometrie bedingte Besonderheiten im Verletzungsbild tödlich verunglückter Fußgänger.
Beiträge zur gerichtlichen Medizin 32; 1974

3. ALBERT BECHTOLD
Es gibt kein autogerechtes Kind.
Münchner Merkur, April 1978

4. BOURRET, GAZIN et CAVALLERO
Etude statistique sur les accidents chez les enfants de 0 à 14 ans, observés à l'Hôpital de Salon de Provence.
Ircobi 1974

5. ELSHOLZ
Kinderunfälle
Information, Heft 69; 1969

6. C.P. de FONSEKA and J.L. ROBERTS
Child Traffic Accidents (Dänemark)
Epedemiological Studies Based upon Combined Hospital and Police Material.
Ircobi 1974

7. R.W. LOWNE B. Sc. M. Inst. P.
Injuries to Children Involved in Road Accidents
Transport and Road Research Laboratory, England.
Environment
Ircobi 1974

8. H. MARCUSSON, W. OEHMISCH
Akzeleration und das Unfallgeschehen bei Kindern im Vorschulalter.
Ärztl. Jugendkunde 66. Band, Heft 4, 1975

9. H. SCHNEIDER und G. BEIER
Experiment and Accident: Comparison of Dummy Test Results and Real Pedestrian Accidents

10. W. SPANN und G. BEIER
Unterschenkelschaftbrüche
Heft zur Unfallheilkunde, Heft 117; 1973

11. G. STÜRTZ et al
Biomechanics of Real Child Pedestrian Accidents
Internat. Congr. for Traff. Matters and Traff. Accid. (Traumatology), Ankara, May/June 1975

12. The American Medical Association -
The Society of Automotive Engineers -
The American Association for Automotive Medicine.
The Abbreviated Injury Scale (AIS) 1976

13. NN
Der niedergelassene Arzt, Heft 18, S. 44; 1977

14. M. LIMBOURG
Das Verhalten von 4 - 9jährigen Kindern
bei der Straßenüberquerung.
Zeitschrift für experimentelle und
angewandte Psychologie, 1976, 13, 666-667.

15. W. CHRISTIAN
Tödliche Kinderunfälle in der Bundesrepublik
Deutschland im europäischen Vergleich.
Der Kinderarzt 7. Jg. (1976) Nr. 6.

XII. LEBENSLAUF

15.3.1950	geboren in München
	Eltern: Dr. Alfred und Dr. Laura Zormaier
	2 Brüder
1956 - 1960	Besuch der Volksschule an der Gebelstraße
1960 - 1966	Besuch des Albert-Einstein-Gymnasiums, München
1966 - 1969	Besuch des Oskar-von-Miller-Gymnasiums, München
1969	Abitur und Beginn des Pharmaziepraktikums
1971	Pharmazeutisches Vorexamen
1971 - 1972	PTA-Tätigkeit, Liebig-Apotheke, München
1972/73	Beginn des Medizinstudiums
1975	Ärztliche Vorprüfung
1975	Heirat mit Frl. Erika Glück
1976	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1978	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1978	Geburt einer Tochter
1979	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	und Beginn der Assistenzarzttätigkeit an
	der VI. med. Abteilung des Krankenhauses
	München-Schwabing